

**ФГБУН Ботанический сад УрО РАН**

*На правах рукописи*

Лебедев Владимир Александрович

**ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ И ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕЗЕРВАТОВ  
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

06.03.02 – лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

диссертация на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Научный руководитель:

доктор биологических наук,

профессор

Шавнин Сергей Александрович

Екатеринбург – 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ.....	9
1.1. Лесные генетические резерваты: современное состояние проблемы.....	9
1.1.1. Критерии ООПТ: история формирования научных взглядов.....	9
1.1.2. Обоснование критериев ЛГР: история проблемы и её современное состояние.....	14
1.1.3. Базовая концепция ЛГР и её сравнение с современным состоянием проблемы.....	21
1.1.4. ЛГР на территории России и ближнего зарубежья.....	29
1.1.5. Современные проблемы ЛГР в Российской Федерации и ближнем зарубежье.....	37
1.2. Практические и юридические аспекты работы с генетическим материалом ЛГР .....	43
1.2.1. Значимость для экономики страны сохранения генетического разнообразия лесообразующих видов.....	43
1.2.2. Перспективы использования генетического материала ЛГР в рамках международного сотрудничества.....	46
1.2.3. Законодательные основы доступа к генетическим ресурсам ЛГР России .....	49
1.2.4. Сохранение генетических ресурсов ЛГР <i>ex situ</i> .....	52
1.3. Современные подходы к изучению внутривидовой изменчивости лесообразующих видов на примере <i>Pinus sylvestris</i> L.....	53
1.3.1. Морфологический подход к изучению внутривидовой изменчивости на примере <i>Pinus sylvestris</i> L. ....	55
1.3.2. Генетический подход к изучению внутривидовой изменчивости на примере <i>Pinus sylvestris</i> L. ....	57
1.3.3. Изучение внутривидовой изменчивости лесообразующих видов и организация лесных генетических резерватов. ....	59
1.4. Использование дистанционного спутникового мониторинга состояния лесных насаждений в Российской Федерации.....	60
Глава 2. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	65
2.1. Общее физико-географическое местоположение .....	65
2.2. Рельеф .....	65
2.3. Гидрология .....	66
2.4. Климат .....	66
2.5. Почвы .....	69

2.6. Растительность .....	70
Глава 3. МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	72
3.1. Лесоводственно-таксационное описание древостоя ЛГР.....	72
3.1.1. Методы лесоводственно-таксационного описания древостоя.....	72
3.1.2. Выбор объектов лесоводственно-таксационного исследования.....	73
3.1.3. Распределение ЛГР по типам лесорастительных условий Среднего Урала.....	75
3.2. Методы морфологического анализа шишек и семян.....	80
3.3. Методы аллозимного анализа материала хвои и почек.....	83
3.4. Методика выявления всхожести семян.....	84
3.5. Работа со спутниковыми снимками.....	84
3.6. Перевод информации в электронную форму.....	85
Глава 4. ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННОЕ И САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕЗЕРВАТОВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	86
4.1. Уфимское плато, подзона широколиственно-хвойных лесов.....	86
4.2. Лесостепная часть Предуралья.....	88
4.3. Южная тайга низкогорий Среднего Урала.....	90
4.4. Южная тайга Зауральской холмисто-предгорной провинции.....	91
4.5. Южная тайга Западно-Сибирской равнины.....	92
4.6. Зауральская холмисто-предгорная провинция.....	92
4.7. Зауральская равнинная провинция.....	94
4.8. Лесостепная часть Зауральского пенеблена.....	95
4.9. Анализ лесоводственно-таксационного и санитарного состояния генетических резерватов основных лесообразующих видов Свердловской области.....	96
Глава 5. ИЗУЧЕНИЕ ВНУТРИВИДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ДРЕВОСТОЕВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ В ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕЗЕРВАТАХ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ <i>PINUS SYLVESTRIS</i> L.....	103
5.1. Изучение фенотипической изменчивости: морфологический анализ шишек и семян.....	103
5.2. Изучение генетической изменчивости: изозимный анализ хвои и почек .....	121
5.3. Создание банка семян <i>Pinus sylvestris</i> L. на основе материала обследованных ЛГР.....	126
5.4. Выводы .....	128

Глава 6. СОЗДАНИЕ И АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННОЙ БАЗЫ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕЗЕРВАТОВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	130
6.1. Анализ существующей документации по ЛГР.....	130
6.2. Оценка состояния 111 ЛГР с помощью спутниковых снимков .....	133
6.3. Дистанционная оценка состояния 15 ЛГР, в которых проведено лесоводственно-таксационное обследование.....	137
6.4. Опыт практической оценки класса генетического резервата <i>Pinus sylvestris</i> L. на примере Красноуфимского ЛГР №2 с помощью интегральной шкалы эколого-генетической оценки класса качества резерватов.....	140
6.5. Структура созданной электронной базы данных о ЛГР.....	143
6.6. Выводы и рекомендации.....	145
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	147
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	150
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	184

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследований.** Изучение и сохранение лесных генетических ресурсов – одна из важнейших задач современных лесоведов. Их научное и социальное значение исключительно велико в решении проблем сохранения биоразнообразия лесной растительности и устойчивого управления лесами. По опыту других стран известно, что затраты на лесную генетику и селекцию наиболее рентабельны по сравнению с затратами на другие виды работ в области лесоводства. Генетическое разнообразие является необходимой базой для любых работ селекции и генной инженерии по созданию более продуктивных, более устойчивых и экономически выгодных форм хозяйственно значимых видов.

В связи с необходимостью сохранения генетических ресурсов основных видов – лесообразователей в условиях интенсивной лесозаготовки существует проблема укрепления и развития базы для естественного и искусственного воспроизводства высококачественных лесов. С целью сохранения генофонда основных лесообразующих видов на территории России в 80-х годах XX века была создана сеть особо охраняемых природных территорий - лесных генетических резерватов (ЛГР), представляющих собой участки леса, типичные по своим фитоценотическим, лесоводственным и лесорастительным показателям для данной природно-климатической зоны. В связи с тем, что с момента выделения ЛГР в 1983-1984 гг. в Свердловской области прошло более 30 лет, существует острая необходимость определения их современного состояния. Исходя из специфики данного вида ООПТ, важным является изучение не только санитарного и лесоводственно-таксационного состояния насаждений, но и оценка особенностей генетико-популяционной структуры сохраняемых древостоев с точки зрения сохранения генетических ресурсов видов-лесообразователей. Проведение таких исследований позволит в перспективе наметить комплекс мер по сохранению и улучшению состояния ЛГР.

**Степень разработанности проблемы.** Тематика лесных генетических резерватов в научной литературе освещена недостаточно. Несмотря на то, что в последнее десятилетие отечественными учёными разработаны подходы как к обоснованию необходимого количества резерватов (Видякин, 2007; Рогозин, Запоров, Жекин, 2007), так и к непосредственной оценке и классификации уже существующих ЛГР в виде интегральной шкалы эколого-генетической оценки класса качества резерватов (Санников и др., 2015), в целом сведения о данном типе особо охраняемых природных территорий не систематизированы и носят фрагментарный характер. Вопросы сохранения генетического разнообразия лесообразующих пород с помощью генетических резерватов требуют дальнейшего как глубокого теоретического, так и обширного практического изучения.

Диссертация является законченным научным исследованием.

**Цель и задачи исследований.** Целью исследований являлась оценка состояния лесных генетических резерватов на территории Свердловской области и изучение изменчивости лесообразующих видов генетических резерватов на примере сосны обыкновенной с помощью изучения ряда морфологических признаков шишек и семян и изозимного анализа хвои.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Провести оценку комплекса лесоводственных признаков и санитарного состояния древостоев 15 ЛГР, расположенных в различных лесорастительных районах Свердловской области.
2. Проанализировать морфологическую изменчивость семян и шишек *Pinus sylvestris* из 9 ЛГР, расположенных в различных лесорастительных районах Свердловской области.
3. Изучить с помощью аллозимного анализа генетическую изменчивость *Pinus sylvestris* в 5 ЛГР, расположенных в различных лесорастительных районах Свердловской области.
4. Провести оценку всех 111 ЛГР Свердловской области на основе анализа спутниковых снимков.

**Научная новизна.** Впервые с момента выделения ЛГР (1983-1984 гг.) в Свердловской области проведена их инвентаризация и первичная оценка состояния. На примере 15 ЛГР из основных лесорастительных зон региона сделаны лесоводственное и флористическое описание резерватов, а также проведена оценка жизненного состояния древостоев, степени их повреждения от воздействия экзогенных факторов. Впервые за период существования резерватов исследована изменчивость лесообразующих видов ЛГР на примере сосны обыкновенной с помощью изучения ряда морфологических признаков шишек и семян и изозимного анализа. Разработан метод оценки антропогенной нарушенности и географической изолированности насаждений резерватов на основе анализа спутниковых снимков, с помощью которого проведена оценка всех 111 ЛГР Свердловской области. Впервые на примере конкретного резервата апробирована шкала генетической и экологической оценки класса ЛГР сосны обыкновенной (Санников и др., 2015).

**Теоретическая и практическая значимость.** Материалы исследований могут служить основой для планирования мероприятий по сохранению и улучшению состояния ЛГР на территории Свердловской области. Отдельные результаты работы могут быть использованы при оценке ЛГР других регионов страны и зарубежья. Теоретические и практические результаты исследований могут использоваться при преподавании учебных дисциплин «Лесоводство», «Лесоведение» и «Охрана природы».

**Методология и методы исследований.** В основу исследования положен комплексный подход и многоаспектная оценка состояния лесных генетических резерватов. В работе были

использованы традиционные научно-обоснованные способы сбора и обработки полевого материала, а также апробированы авторские методики оценки лесных генетических резерватов (Лебедев, 2014; Санников и др., 2015).

#### **Положения, выносимые на защиту.**

1. Современное состояние изученных древостоев ЛГР Свердловской области по комплексу лесоводственных признаков и санитарному состоянию является удовлетворительным.

2. Изученные древостои *Pinus sylvestris* из различных ЛГР Свердловской области достоверно различаются по комплексу генетических и морфологических признаков. Различия по обоим показателям соответствуют лесорастительному районированию Б.П. Колесникова и региональным особенностям климата и рельефа.

3. В сети ЛГР Свердловской области существуют значительные проблемы организации охраны генофонда основных лесообразующих видов. Анализ спутниковых снимков показал высокую (более 20% территории) степень антропогенной нарушенности 54 из 111 древостоев, а также отсутствие полноценной безлесной буферной зоны вокруг резерватов.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Обоснованность и достоверность материалов исследований подтверждается значительным по объёму экспериментальным материалом, применением научно-обоснованных методик, использованием современных методов обработки, анализа и оценки достоверности полученных данных. Основные положения и результаты исследований докладывались и обсуждались на 2 международных научно-практических конференциях (Санкт-Петербург, 2011; Екатеринбург, 2014), 6 всероссийских научно-практических конференциях (Екатеринбург, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016; Челябинск, 2015), работа победила в конкурсе среди молодых ученых на премию Губернатора Свердловской области в номинации «За лучшую работу в области охраны природы» (Екатеринбург, 2014). Инициативно создана и передана в научную библиотеку БС УрО РАН единая электронная информационная база по генетическим резерватам основных лесообразующих видов Свердловской области объёмом 8 Гб, создан низкотемпературный банк семян основных лесообразующих видов из генетических резерватов Свердловской области (внесён семенной материал *Pinus sylvestris* из 9 резерватов).

По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ, в том числе 4 статьи в рецензируемых журналах (список ВАК России).

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы из 400 наименований, в том числе 90 зарубежных авторов. Работа изложена на 192 страницах, содержит 19 таблиц, 15 рисунков, 4 приложения.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю д-ру биол. наук С.А. Шавнину; канд. с.-х. наук В.А. Галако, канд. биол. наук В.Э. Власенко и д-ру биол. наук А.К. Махнёву - за содействие в сборе данных о лесоводственно-таксационном и санитарном состоянии насаждений и методологические консультации по их обработке и интерпретации; д-ру биол. наук И.В. Петровой, д-ру биол. наук С.Н. Санникову и сотрудникам лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса Ботанического сада УрО РАН - за методологические консультации по работе с генетическим материалом; сотрудникам ИЭРиЖ УрО РАН канд. биол. наук О.В. Ерохиной и канд. биол. наук Л.А. Пустоваловой за помощь в получении геоботанических данных. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Президиума УрО РАН (пр.№12-44-005-СГ, №11-44-11-СГ).



## **ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ**

### **1.1. Лесные генетические резерваты. Современное состояние проблемы**

#### **1.1.1 Критерии ООПТ: история формирования научных взглядов**

Прообразом первых ООПТ заповедников в России стали участки целинных степей, выделенные под стационар в 1894 г. для изучения хода естественных природных процессов В.В. Докучаевым. Уже тогда научная общественность была серьёзно обеспокоена нарушением климатического баланса в центральных губерниях из-за чрезмерной вырубке лесов под пашни. Впервые прозвучал тезис о необходимости сохранять природу ради самой природы. В начале XX в. Г. А. Кожевников (Кожевников, 1911; Штильмарк, 2005), разрабатывая принципы заповедного дела, выделял два желаемых критерия: заповедники должны занимать большую площадь и заповедники должны существовать необычайно долго, в идеальном случае - бесконечно. На тот момент эти положения не получили необходимой научной аргументации, кроме утверждения, что их реализация необходима для изучения процесса эволюции. Такая постановка вопроса не была случайной и получила развитие во второй половине прошлого столетия, когда в теории охраны природы выделилось направление «биология охраны природы» (Филонов, 1993).

Долгое время критерии выделения ООПТ описывались в литературе весьма расплывчато (Пузаченко, Дроздова, 1986). Представление об ООПТ как местах сохранения различных видов организмов, а также охраны и поддержания природного разнообразия и устойчивости экосистем быстро эволюционировало и привело к пересмотру концептуальных положений. Этому способствовало развитие экологии и, особенно, учения о популяциях и сообществах. Со временем придание биосферного значения всей системе охраняемых территорий, особенно заповедных, расширило круг территориальных проблем, внося в них социально-экологический аспект (Филонов, 1993). В связи с этим вопрос о минимальных размерах сохраняемых территорий встал особенно остро. В 70—80-е годы XX в. для теории и практики заповедного дела ключевое значение приобретают две проблемы: определение минимальной численности жизнеспособной популяции и минимального размера ООПТ. Хотя каждая из них имеет самостоятельный научно-методический контекст, но их взаимосвязь очевидна, т. к. для целей выделения ООПТ необходима именно конкретная территория, способная поддержать жизнеспособную минимальную популяцию организмов (Shaffer, 1981).

Понятие «минимальная жизнеспособная популяция» подразумевает существование порога численности особей, гарантирующего с приемлемой степенью риска существование жизнеспособной популяции в течение определенного времени (Сулей, 1989; Gilpin, Soule, 1986). Вопрос о минимальных популяциях начал разрабатываться преимущественно в

биогеографическом и демографическом аспектах проблемы (Mac Arthur, Wilson, 1967). В более поздних исследованиях внимание сосредотачивалось вокруг генетического аспекта вымирания популяций (Allendorf, Leary, 1986; France, Soule, 1986; и др.), однако применялся и другой подход - исходя из реальных площадей заповедных территорий, рассматривалась их возможность поддерживать минимальную жизнеспособную популяцию. При этом, минимальная жизнеспособная популяция — это не та популяция, которая может поддерживать себя в средних условиях, а та, которая достаточно велика, чтобы переносить различные бедственные изменения и чья способность выживания должна быть отнесена к очень продолжительному времени (от 100 до 1000 и более лет) (Shaffer, 1981). Поэтому необходимо учитывать, что каждая популяция обладает набором «минимумов» (Salwasser, 1984), зависящих от истории популяции, временного и пространственного распределения её ресурсов и генетической изменчивости (Gilpin, Sule, 1986).

Рекомендации, касающиеся территориальных размеров ООПТ, в основном носят экспертный или эмпирический характер. Зональные варианты таких оценок (Филонов, 1977; Реймерс, Штильмарк, 1978), как считают сами авторы, ориентировочны. В 70—80-е годы зарубежные исследователи уделяли много внимания оптимизации размеров охраняемых территорий, обоснованию их площади и конфигурации. Однако и у них нет строгих научно обоснованных и конкретных нормативов. Рекомендуемые размеры охраняемых территорий обычно носят частный характер, учитывающий специфику района земного шара или конкретного охраняемого вида. (Филонов, 1993).

Попытки некоторых авторов научно обосновать размеры заповедников с флористических, биогеографических, геоморфологических, ландшафтных и других позиций (Мальшев, 1972, 1980; Милкина, 1975; Пузаченко, Дроздова, 1986; Bourliere, 1964; Adamus and Glough, 1978; Shaffer, 1981 и др.) дают ключ к выбору территории и её наиболее целесообразному оконтуриванию, но они всё же недостаточны для нормирования площадей некоторых видов ООПТ (Нухимовская, 1981).

Одной из основных целей создания и поддержания ООПТ специалисты видят в сохранении «качественного» генофонда (Филонов, 1993). Для этого, прежде всего, необходимо поддержание генетического разнообразия, ограничение факторов случайности и инбридинга, а также поддержание такой обстановки, в которой отбор будет действовать наиболее эффективно. Это возможно при сохранении целостности достаточно крупных популяций, занимающих относительно большую площадь, т. к. в других условиях с течением времени произойдет обеднение генофонда охраняемых популяций (Connor, 1979), ибо генетический дрейф в небольших популяциях может привести к значительному изменению их исходных форм (Hooper, 1971). В ООПТ с относительно ограниченной площадью (или «островных»)

небольшие изолированные популяции не обладают необходимой генетической изменчивостью, и, соответственно, приспособляемостью, что при резких изменениях условий существования может привести к исчезновению недостаточно пластичной популяции. Следует отметить, что даже незначительная связь с соседними популяциями может существенно изменить данное положение (Ли, 1978; Филонов, 1993). Действие инбридинга может быть ослаблено инфлюксом чужеродного генетического материала, поэтому заповедники или резерваты малого размера (относительно стандартов для сохраняемых в них видов) следует располагать недалеко друг от друга, либо использовать альтернативные способы поддержания генетического разнообразия (Ли, 1978; Hooper, 1971).

Размеры ООПТ являются не только научной, но и прикладной проблемой (Филонов, 1993). Понимание того, что небольшая территория ООПТ не в состоянии сохранить видовое разнообразие и устойчивость экосистем, не снимает вопроса об её минимальных размерах. Особенности географического размещения и размеры отечественных заповедников показывают, что они выделялись в строгом соответствии с физико-географическими и социально-экономическими условиями (Алексеева, 1985; Пузаченко, Дроздова, 1986). Неограниченный рост народонаселения и связанные с этим экономические проблемы создавали большие трудности в организации охраняемых территорий, предназначенных для неограниченной длительной консервации природных (или полуприродных) экосистем. Расширение сети ООПТ не может не сталкиваться с трудностями выделения для них крупных площадей, что особенно касается густонаселенных и хорошо обжитых областей. Создание большого количества крупных ООПТ в разных частях страны, которые надежно отвечали бы всем строгим экологическим требованиям, малореально, как и то, что самые большие площади ООПТ со всей очевидностью должны находиться в районах, где природа особенно сильно пострадала от деятельности человека (Филонов, 1977, 1993).

Организация ООПТ на площади, которая явно не обеспечивает устойчивости охраняемых экосистем в течение длительного времени, малоэффективна и почти бесполезна как с экологической, так и с экономической точки зрения. Поэтому возникает необходимость поиска таких размеров охраняемых территорий, которые обеспечивали бы функционирование охраняемых природных экосистем на их «нижнем» пределе. Последнее возможно через выяснение минимальных размеров жизнеспособных популяций и соответствующих минимальных территорий (Филонов, 1993).

Вопрос о минимальных размерах территории ООПТ сложен не только из-за прогрессирующего изменения природы на больших пространствах под влиянием деятельности человека. Существуют различные подходы и альтернативные точки зрения на целесообразность и научно-практическую ценность величины охраняемых территорий. «Шкала целесообразных

размеров заповедников» (Алексеева, Зыков, 1985), отличается от ранее предлагаемых схем (Филонов, 1977; Реймерс, Штильмарк, 1978). К примеру, в ней считается возможным в северных и северо-восточных регионах страны устройство заповедников-эталонов площадью от 200 тыс. га до 2 млн. га и «плюс несколько заповедников разных категорий по 10-15 тыс. га для характерных и уникальных ландшафтов, не вошедших в основную территорию». К сожалению, этот подход, распространяемый и на другие географические регионы страны, не нашел пока развернутого обсуждения и необходимого обоснования (Филонов, 1993). Вероятно, авторы пытались зонально-ландшафтной схемой размеров заповедников объединить существующие две точки зрения на эту проблему. Согласно первому взгляду, только большая территория заповедника (национального парка, резервата) способна гарантировать сохранность биоты (Diamond, 1975), её видовое разнообразие (Picton, 1979; Harris, 1984), более медленный процесс его оскудения во времени (Тербор, Уинтер, 1983; Soule et al, 1979), сохранение устойчивости целостных экосистем к возмущениям извне (MacMahon, 1975) и сохранность представителей всех уровней трофической пирамиды (Соул, 1987). Существует и противоположная точка зрения (Hooper, 1971; Simberloff, Abele, 1976; Simberloff, 1982), согласно которой несколько небольших резерватов более надежны, т. к. например, пожар, вспышка заболевания, возникнув на части большого резервата, могут распространиться на всю его площадь. С точки зрения общего числа сохраняемых видов, ряд мелких резерватов с наборами различных типов местообитаний, вероятнее всего, будет лучшим решением, чем один крупный. Но есть и негативные стороны - на малых территориях неизбежно быстрее происходят различного рода микроклиматические изменения (Lovejoy et al, 1986), влекущие за собой нарушения в растительном покрове и животном мире. В подобных ситуациях становится особенно заметным опушечный эффект. В нескольких небольших заповедниках, особенно изолированных, биологическое разнообразие теряется быстрее, чем в одном крупном (Филонов, 1993). Нельзя не отметить, ранее (Алексеева, Зыков, 1980; Зыков, 1985) была заложена плодотворная идея множественности заповедных территорий, т. е. наличия в том или ином регионе ООПТ различного типа (но не режима) и неодинакового размера. Предполагается, что один или несколько крупных заповедников дополняется большим числом небольших заповедников (Алексеева, Зыков, 1985) или рядом охраняемых территорий иного типа (Филонов, 1977), каковыми и могут являться ЛГР.

Размеры заповедников - не единственный параметр, от которого зависит судьба сохраняемой природы. Не последнюю роль играет геометрическая конфигурация территории. Вопросы геометрической планировки поднимались рядом исследователей (Diamond, 1975; MacMahon, 1975; Соул, 1987). Кратко опишем общие отмеченные принципы: большая площадь лучше, чем меньшая; мозаичная территория менее подвержена критическому влиянию

эпидемий и катастроф, чем цельная; соседство охраняемых участков благоприятствует некоторым таксонам; примыкающие территории мозаичных ООПТ имеют преимущество перед территориями, расположенными в одну линию; участки мозаичных ООПТ, соединенные коридором, в ряде случаев лучше удаленных друг от друга; характер местности и особенности сохраняемых таксонов нередко определяют целесообразность сведения к минимуму отношения периметра к площади (Филонов, 1993).

Значительное число ООПТ, главным образом в европейской части Российской Федерации, находятся в критическом положении из-за небольшого размера или неудобной конфигурации (Филонов, 1993). В связи с вопросом их сбережения становится особенно актуальной идея буферных (охранных) зон. Вопрос о буферных зонах достаточно сложен прежде всего потому, что для большинства случаев пока даже теоретически не определено соотношение охраняемых объектов на территории самой охраняемой территории и её буферной зоны, а также условий, обеспечивающих эффективное функционирование данных зон, и соотношения режимов сопредельных пространств строгой охраны и щадящего режима при умеренном, нередко традиционном природопользовании на прилегающих к заповеднику участках.

Сложны здесь и административные отношения между заповедником и местными властями. При небольшой площади ООПТ обычно прибегают к организации буферных зон, которые представляют собой полосы различной ширины вокруг заповедников. Их размеры и форма не могут быть одинаковыми для всех случаев, но должны изменяться обратно пропорционально площади заповедника и прямо пропорционально степени антропогенной нарушенности соседних территорий (Филонов, 1984, 1993; Нухимовская, 1985). При этом необходимо понимать, что в процессе реализации теоретические постулаты о соотношении площадей заповедников и их буферных зон не будут полностью соответствовать практике, что связано со многими организационными трудностями выделения территорий для буферных зон. В ряде случаев роль буферных зон могут выполнять ООПТ иного типа, чем заповедники (Филонов, 1977; Положение о выделении..., 1982).

На основании изложенного можно резюмировать, что за более чем вековую историю изучения данной проблемы, единого мнения и системы чётких критериев в вопросе выделения и сохранения ООПТ на общемировом либо зональном уровне не создано. Вместе с тем, к концу XX века учёным сообществом были выявлены основные принципы, на которых должны основываться критерии, позволяющие давать научное обоснование решения о параметрах выделения и сохранения ООПТ в каждом частном случае. Крайне значимыми являются не только научные, но и прикладные аспекты работы с ООПТ, связанные с социально-экономическими и административными условиями в каждой конкретной ситуации.

### **1.1.2. Обоснование критериев ЛГР: история проблемы и её современное состояние**

Одними из первых отечественных работ, отсылающих нас к проблеме подробного научного обоснования критериев непосредственно ЛГР можно считать работы А.И. Видякина (Видякин, 1997, 2004, 2007). В них были изложены материалы исследований по разработке принципов и методов выделения генотипически детерминированных признаков-маркеров выявления популяционной структуры сосны обыкновенной. Исследования привели к выводу, что популяционно-хорологическая структура сосны обыкновенной в обследованных районах представляет собой трехуровневую иерархическую систему, последовательно включающую популяции, группы популяций и миграционные комплексы, причем популяции формируются в границах физико-географических районов. На основе полученных результатов были предложены следующие рекомендации в сфере лесохозяйственных мероприятий по сохранению генетического фонда вида с помощью ЛГР:

1. Популяционная структура сосны обыкновенной, сложившаяся в результате длительного эволюционного процесса, представляет собой наиболее выгодную стратегию выживания вида. Поэтому она должна сохраняться в поколениях. Поскольку её основу составляет популяция, то сохранение существующей структурной организации вида означает сохранение определенных условий для самовоспроизведения каждой популяции в чреде поколений. Одним из этих условий является сохранение природной генетической изменчивости популяций. Для этого необходимо, прежде всего, на основании карты-схемы популяционно-хорологической структуры сосны выделить в каждой популяции не менее одного генетического резервата (Видякин, 2004, 2007).

2. Применяемые системы лесозэксплуатационных и лесохозяйственных мероприятий должны обеспечивать, во-первых, сохранение всего разнообразия этих генотипов и, во-вторых, сохранение их в сбалансированном природном состоянии. В терминах лесоводства это означает, что лесовосстановление должно осуществляться только за счет естественного возобновления, максимально возможного сохранения подроста, по необходимости - с применением мер содействия естественному возобновлению. В крайних случаях - в тех типах леса, где естественное возобновление происходит всегда со сменой сосны другими, менее ценными древесными видами, допустимо восстановление вырубок посадкой. Семена для производства посадочного материала должны при этом заготавливаться со срубленных деревьев только той лесосеки, на которой будут создаваться культуры, или с близлежащих лесосек данного лесничества, обеспечивая соблюдение принципа: «где заготовил семена, там их и высеял» (Видякин, 2004, 2007).

3. Искусственное восстановление лесов с использованием селекционных семян следует проводить только на тех площадях, где произрастали насаждения не ниже I, II классов

бонитета. Это должно позволить, во-первых, оптимизировать соотношение площадей, восстанавливаемых путем естественного возобновления, создания культур из обычных (неселекционных) семян с одной стороны и создания культур из селекционных семян с другой. Во-вторых, произойдет существенное повышение эффективности селекционного процесса. Выполнение данных рекомендаций обеспечит сохранение природной генетической изменчивости вида, повышение продуктивности и устойчивости сосновых лесов к неблагоприятным факторам среды (Видякин, 2007).

Эти рекомендации стали одной из основ теоретическо-прикладной работы «К обоснованию необходимого количества лесных генетических резерватов Пермского края» (Рогозин, Запоров, Жекин, 2007). С целью оптимизации количества и уточнения пространственных границ популяций и групп популяций основных лесообразующих видов в 2003–2005 гг. авторами были обследованы 98 лесных генетических резерватов сосны, ели, лиственницы, берёзы, липы. На момент написания исследования популяций и структуры ареалов основных видов-лесообразователей Пермского края, сохраняемых в ЛГР, носили фрагментарный характер и не решали наиболее актуальной задачи – определения их популяционной структуры. Оговариваясь, что определение необходимого количества ЛГР в Пермском крае – достаточно сложная задача, и она может быть решена пока только в первом приближении, с целью обойти данную проблему авторы взяли в качестве модельного лесообразующего вида сосну обыкновенную, популяционную структуру которой (в том числе на части территории Пермского края) изучал А.И. Видякин. Отталкиваясь от того факта, что границы популяций сосны, согласно его исследованиям, в большинстве случаев совпадают с границами физико-географических районов, а у более крупных структур (групп популяций) границы совпадают с крупными формами рельефа - возвышенностями, низменностями, равнинами, речными террасами (Видякин, 1997), авторы спроецировали ситуацию на все рассматриваемые ЛГР. Предположив, что в оставшейся части Пермского края группы популяций сосны и прочих лесообразующих видов размещены также на крупных формах рельефа (причем некоторые крупные формы рельефа находятся не в одной, а в нескольких растительных зонах), а также учитывая то, что в зависимости от расчлененности рельефа, климатических и эдафических особенностей в группе может быть различное число популяций, за основу пространственной организации авторы взяли геоморфологическое районирование Пермского края. При этом лесорастительное районирование Пермского края, применяемое в лесном хозяйстве для выделения лесосеменного района или подрайона, было обоснованно отвергнуто, т.к. используемые в нем районы часто включают в себя территории разных геоморфологических образований (долина и равнина, предгорья и возвышенная равнина), по причине чего не могут быть в полной мере правильно использованы для выяснения даже

приблизительных границ не только отдельных популяций, но и их групп. Упомянутые особенности живого растительного покрова - в укрупненном виде, вместе с другими физико-географическими особенностями, - наиболее полно учтены в ландшафтном районировании Прикамья (Назаров, 1996). В Пермском крае, согласно данной схеме, выделено 39 ландшафтов: в большинстве случаев геоморфологический район включает 2–3 ландшафта, но иногда состоит и из одного (Рогозин, Запоров, Жекин, 2007). В данной масштабной и чрезвычайно актуальной работе по обоснованию необходимого количества ЛГР Пермского края расчёты базировались на опубликованных ранее нормативах и выводах из работ А.И. Видякина (Положение..., 1982; Видякин, 1997, 2004, 2007).

Существенно дальше в научном обосновании создания и оценки состояния ЛГР пошел коллектив авторов под руководством С. Н. Санникова, на основе своих популяционно-биологических исследований обосновав конструктивные генетические и экологические принципы целесообразности выделения, оценки и классификации ЛГР (на примере ЛГР сосны обыкновенной) и предложив интегральную шкалу эколого-генетической оценки класса качества резерватов (Санников и др., 2015). Согласно данной шкале, интегральный индекс класса качества генетического резервата определяется по междисциплинарному комплексу параметров. Резерват оценивается по ряду ключевых генетических, а затем и экологических критериев, значение каждого из которых вносит вклад в итоговое количество баллов - шкала каждого параметра подразделена на 2-5 классов, величины которых возрастают по мере ухудшения их качества вплоть до некоторого предела, недостаточного для выделения ЛГР. Основой при выделении и оценке качества ЛГР являются степень полиморфизма, сбалансированность и региональная репрезентативность аллельного состава обсуждаемой популяции; влияющие на данные свойства насаждений критерии и необходимо оценивать. Базовыми генетическими критериями, подлежащими оценке, являются: площадь резервата, степень нарушения структуры насаждений выборочными рубками, индекс иммиграции чуждой пыльцы. Базовыми экологическими критериями - индекс жизненности древостоя и всхожесть продуцируемых им семян. Приоритетным («базовым») параметром оценки класса ЛГР является его площадь (а, следовательно, и эффективная численность) популяции, критический минимум которой определен по минимально достаточным для предотвращения сильного инбридинга параметрам полиморфизма. Исследования авторов показали (Санников и др., 2011), что среднее число аллелей на локус и ожидаемая гетерозиготность в маргинальных островных массивах сосны обыкновенной резко падают при уменьшении их площади ниже 1000 га, которая и принята в качестве минимально достаточной для ЛГР I класса. При увеличении (ухудшении) любого другого параметра ЛГР на один балл, по сравнению с первым классом, общая оценка ЛГР возрастает на 0,5 класса. Например, при увеличении интенсивности выборочной рубки



выше условно допустимого предела (5%) до 5–10% или 10–20% класс ЛГР ухудшается на 0,5 или 1,0 балла соответственно. После сверки всех оцениваемых параметров с таблицей (Таблица 1.1), итоговая сумма баллов и будет равна интегральному классу резервата. Далее авторы более детально рассматривают все упомянутые генетические и экологические факторы и принципы выделения ЛГР.

**Таблица 1.1.** Шкала интегральной генетической и экологической оценки класса генетических резерватов сосны обыкновенной (Санников и др., 2015).

Класс резервата	Генетические критерии			Экологические критерии	
	Площадь, тыс. га	Интенсивность селективных рубок, %	Инфлюкс чуждой пыльцы*, %	Жизненность древостоя**	Всхожесть семян***, %
I	> 1,0	0-5	0-1	I	I
II	0,50-1,0	5-10	1-5	II	II
III	0,25-0,50	10-20	5-10		III
IV	0,10-0,25				
V	0,05-0,10				

Примечания: \*инфлюкс (иммиграция) чуждой пыльцы из периферической буферной зоны шириной 2 км; \*\*По шкале категорий состояния деревьев «Санитарных правил в лесах Российской Федерации»; \*\*\* - по оригинальной зонально-дифференцированной шкале (Абдуллина, Санников, Корепанов, 2012).

*Минимальная площадь резервата:* базовым критерием целесообразности выделения ЛГР является минимальный ареал популяции, необходимый для обеспечения достаточного уровня основных параметров её внутривидового полиморфизма. Таковыми параметрами являются: среднее число аллелей на локус ( $A$ ), ожидаемая ( $H_e$ ) и наблюдаемая ( $H_o$ ) гетерозиготность. Зависимость данных параметров от площади популяции была выявлена авторами ранее (Санников и др., 2011) в итоге сравнительного аллозимного анализа ряда маргинальных массивов сосны, занимающих различную площадь (от 1,7 до 100 тысяч км<sup>2</sup>). Исследования показали, что при уменьшении площади насаждений сосны обыкновенной в степях, лесотундре или горах ниже 10-15 км<sup>2</sup> резко и достоверно ( $p=0,0015-0,0050$ ) падает как среднее число аллелей на локус, так и параметры теоретически ожидаемой гетерозиготности. При этом почти втрое вырастает и параметр инбридинга особей ( $F_{it}$ ) (Санников и др., 2011). Отсюда следует, что в соответствии с гипотезой Э. Майра (Mayr, 1963) происходят гомозиготизация, инбридинг - и, следовательно, может произойти инбредное вырождение популяции. Таким образом, «критически» минимальной площадью для генетических резерватов, обеспечивающей минимальный необходимый для выживания популяции и её

потомства уровень полиморфизма, следует считать около 1 тыс. га (Санников и др., 2015). При меньшей площади резервата уровень его генетического полиморфизма, а соответственно – и класс генетического качества будут снижаться. Авторы считают, что в первом приближении (что зависит и от встречаемости в регионе более или менее крупных целостных массивов природных, антропогенно не нарушенных популяций) можно использовать подразделение ЛГР на 5 классов – соответствующих площадям от 1000 до 50 га (Таблица 1.1). Выделение в качестве резерватов массивов сосны менее 30-50 га не рекомендуется как менее целесообразное, что связано с резким уменьшением как параметров генетического полиморфизма, так и долговременной экологической стабильности ЛГР (Koch, 2005), особенно в зонах высокого антропогенного стресса. (Санников и др., 2015).

*Нарушенность древостоя выборочными рубками:* в процессе возрастного развития древостоя естественным процессом является самоизреживание - вследствие конкуренции, угнетения и отпада отстающих в развитии деревьев низших классов роста. Установлено, что данное явление сопровождается отрицательным отбором гомозигот, и, как следствие, закономерным повышением гетерозиготности популяций сосны (Старова и др., 1990), что также является одним из проявлений естественного отбора. Можно предположить, что и рубки ухода по низовому методу, и аperiодические низовые пожары, при которых сохраняются деревья высших классов роста (I-III), участвующие в репродукции и определяющие её генетический пул, также существенно не нарушают структуру генофонда (Санников и др., 2015). Различные виды выборочных (селективных) рубок «по верховому методу» - когда вырубается деревья преимущественно высших классов роста – неизбежно приводят к генетически значимому неконтролируемому изменению генофонда популяции, пропорционально интенсивности рубки. Поэтому интегральная интенсивность всех приёмов выборочных рубок и является столь важным критерием оценки класса любого ЛГР. Для данного параметра авторы предлагают трёхранговую шкалу оценки (Таблица 1.1), в которой выборочные рубки (в том числе санитарно-выборочные и «рубки обновления») интенсивностью до 5% предлагается считать условно не нарушающими генофонд; интенсивность вырубки деревьев I-II классов роста на 5-10% и 10-20% (от их общего числа) соответственно шкале понижают класс резервата; при интенсивности рубки более 20% участок следует считать непригодным для выделения как ЛГР (Санников и др., 2015).

*Инфлюкс чуждой пыльцы:* серьёзной проблемой для сохранения «генетической чистоты» ЛГР является иммиграция «чуждых генов» от окружающих резерваты популяций через семена и потоки пыльцы. Вопрос о минимально необходимой ширине «буферной зоны» - фитоценоотическом барьере, предотвращающем массовый занос чужеродных пыльцы и семян, долгое время не был обоснован количественными палинологическими и репродуктивно-

биологическими параметрами. В итоге многолетних исследований авторов (Санников, Гришина, 1979; Петрова, Санников, 1996; Санников, Петрова, 2003; Санников и др., 2009, 2012), изучены закономерности распространения пыльцы сосны обыкновенной от отдельных деревьев, лесных полос и массивов. Установлено, что плотность пыльцевого потока (ППП, термин авторов - Санников и др., 2015), минимально достаточная для эффективного уровня опыления мегастробила и образования всхожего семени, по исследованиям Р. Сарваса (Sarvas, 1962) – должна составлять 2-3 пыльцевых зерна на каждое микропиле площадью около  $0,35 \text{ мм}^2$ , что на открытом месте достигается на расстоянии не более 1,5-2,0 км от опушки соснового массива. В древостоях буферной зоны ЛГР, где кроны деревьев представляют собой весьма значительный «фитоценотический барьер» для распространения пыльцы (Санников, Гришина, 1979; Петрова, Санников, 1996), ППП уменьшается на порядок быстрее, снижаясь до минимально достаточного для эффективного уровня опыления на расстоянии 150-200 м. Таким образом, буферная лесная полоса шириной 1,5 км вокруг ЛГР достаточна для уменьшения плотности пыльцевого потока, который в дневные часы конвекционно восходит вверх, формируя региональное «пыльцевое облако» (Санников и др., 2015). Для оценки эффективного инфлюкса пыльцы из самой «буферной зоны», т.е. от её источников, расположенных ближе 1,5 км от ЛГР, авторами предлагается использовать «относительный индекс инфлюкса чуждой пыльцы» (ИЧП). Он определяется как отношение интегральной площади древостоев-источников генетически чуждой пыльцы (в большинстве случаев от лесных культур), расположенных в буферной зоне ЛГР, к площади данного ЛГР. Этот индекс отражает объем продуцируемой и иммигрируемой чужеродной пыльцы и долю её вклада в генофонд ЛГР (Санников и др., 2015).

Основополагающими *экологическими параметрами*, определяющими стабильность ЛГР являются: минимальная достаточная численность популяции; интегральный класс жизнеспособности древостоев резервата; класс всхожести продуцируемых в резервате семян (Санников и др., 2015).

*Минимальная численность популяции ЛГР:* по мнению европейских экологов, минимальный ареал экологически стабильных, т.е. достаточно полночленных (гетерогенных), продуктивных, успешно самовоспроизводящихся и непрерывно доминирующих в составе дендроценозов популяций древесных растений («MVP», Shaffer, 1981), составляет около 30 га в равнинных и 50 га в горных лесах. Таким образом, во всех классах приведённой шкалы ЛГР, выделяемых по генетическим критериям (Таблица 1.1) их площадь достаточна для обеспечения долговременной экологической стабильности (Санников и др., 2015).

*Жизнеспособность популяции:* для определения класса жизнеспособности (жизнеспособности, «виталитета») популяции древесных растений в настоящее время предлагается множество

шкалы, основанных на морфологических, экофизиологических и энтомо-фитопатологических параметрах деревьев (Санников и др., 2015). Авторами предлагается использовать для комплексной экспресс-оценки текущей и потенциальной жизненности и структурно-функциональной стабильности выделяемых резерватов принятую для хвойных лесов шкалу оценки категорий состояния деревьев «Санитарных правил в лесах Российской Федерации» (1998). Данная шкала позволяет проводить оценку по комплексу легко учитываемых в лесу внешних признаков древостоев: показателям цвета и густоты (балла охвоённости побегов) хвои и текущего терминального прироста ствола. Кроме того, как вспомогательный тест можно учитывать относительный радиальный пророст ствола на высоте 1.3 м (как минимум, у 30/50 деревьев II класса роста за последние 10-15 лет): при приросте не менее 75% от нормального (по местной таблице хода роста) - I класс резервата, при приросте 50-75% от нормального – II класс резервата (Санников и др., 2015).

*Класс всхожести семян:* это ключевой базовый параметр резервата, определяющий его потенциальную самовозобновляемость – безотносительно к возрастной и погодичной изменчивости обилия семеношения, состоянию напочвенного субстрата для появления всходов, конкуренции фитоценоза по отношению к подросту, и так далее. А, следовательно, определяющий адаптивный потенциал и долговременную стабильность древостоя резервата, а также лесоводственно-экологический и коммерческий класс качества семян (Санников и др., 2015). Согласно исследованиям авторов (Абдуллина, Санников, Корепанов, 2012), класс всхожести следует устанавливать по зонально – географической шкале, дифференцированной, как минимум, на две широтные зоны: а) основную, включающую лесную, лесостепную и степную лесорастительные зоны (с относительно стабильной средней многолетней всхожестью семян сосны – около 90+/-5%); б) маргинальную предлесотундровую (со всхожестью семян в несколько раз более низкой и нерегулярной – в среднем около 15%. В зоне высокой всхожести класс всхожести определяется по действующему ГОСТу, а в зоне низкой – в процентах от многолетнего максимума (около 60%): I класс- 51-60%, II – 41-50%, III – 31-40%. Сообразно этому, снижение фактического класса всхожести семян популяции какого-либо ЛГР на один класс сопровождается увеличением (ухудшением) общей интегральной величины класса резервата на 0,5 балла (Санников и др., 2015). Ценность описанной шкалы не только в научной обоснованности критериев ЛГР, но и в её прикладной, практической применимости.

Проведённый анализ литературных источников позволяет резюмировать следующее. «Положения о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах СССР» - базовый документ, определяющий методы выделения и сохранения резерватов, рекомендует в определении количества резерватов исходить из «...размеров ареала и полиморфизма вида...» (п. 15) и сохранять «ценные в генетико-селекционном отношении части популяции вида,

подвида, экотипа» (п. 5). Но эти рекомендации не могут быть реализованы в полной мере, т.к. на настоящий момент исследования популяций и структуры ареалов основных видов-лесообразователей на территории страны во многих случаях не завершены, носят фрагментарный характер и не решают задачи определения их популяционной структуры. При этом разработан ряд подходов к обоснованию необходимого количества ЛГР того или иного административного субъекта (страны, края, области) как для видов с изученной структурой популяций (Видякин, 1997, 2004, 2007), так и для видов с недостаточно изученной популяционной структурой (Рогозин, Запоров, Жекин, 2007). Кроме того, разработаны подходы к непосредственной оценке и классификации уже существующих ЛГР в виде интегральной шкалы эколого-генетической оценки класса качества резерватов. (Санников и др., 2015).

### **1.1.3. Базовая концепция ЛГР и её сравнение с современным состоянием проблемы.**

История возникновения лесных генетических резерватов в России как отдельного типа ООПТ начинается в 1982 году, когда было разработано и принято «Положение о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах СССР». Положение было подготовлено к утверждению Управлением воспроизводства лесных ресурсов и защитного лесоразведения Государственного комитета СССР по лесному хозяйству на основе проекта, разработанного рабочей группой Проблемного Совета по лесной генетике, селекции, семеноводству и интродукции в составе С. А. Мамаева (ИЭРиЖ УНУ АН СССР), А. И. Ирошникова (ИЛиД СО АН СССР), А. К. Махнёва и Л. Ф. Семерикова (ИЭРиЖ УНУ АН СССР). Этот документ послужил основой для выделения ЛГР, существующих в настоящее время исключительно на территориях Российской Федерации и ряда бывших республик СССР. Помимо выделения ЛГР, данный документ регламентировал: сохранение отдельных насаждений и деревьев (эталонных, элитных, уникальных, плюсовых); создание коллекционных культур и архивов клонов; сохранение семян, пыльцевых зерен, меристем.

Ниже приведён ряд пунктов данного положения, касающихся исключительно ЛГР, и сопоставление изначальной концепции с современным состоянием дел.

Согласно определению, содержащемуся в п.5 «Положения о выделении ЛГР», «лесной генетический резерват представляет собой участок леса, типичный по своим фитоценоотическим, лесоводственным и лесорастительным показателям для данного природно-климатического (лесосеменного) района, на котором сосредоточена ценная в генетико-селекционном отношении часть популяции вида, подвида, экотипа». (Положение о выделении..., 1982). В современных документах могут использоваться более лаконичные формулировки, например: "...Лесной генетический резерват (ЛГР) - участок леса, типичный по своим фитоценоотическим, лесоводственным и лесорастительным показателям для данного

природно-климатического региона, выделяемый в целях сохранения генофонда конкретного вида (Указания по..., 2000). Официальный сайт федерального агентства лесного хозяйства РФ распространяет формулировку и на фауну: «ЛГР - Участок леса, типичный по своим фитоценоотическим, лесоводственным и лесорастительным показателям для данного природно-климатического региона, выделяемый в целях сохранения генофонда конкретного вида растений или животных.» (Официальный сайт федерального агенства..., 2014). В статье 4 Лесного кодекса Республики Казахстан расшифровка термина ещё короче: «лесной генетический резерват - это участок леса с ценной в генетико-селекционном отношении частью популяции вида, подвида растений» (Лесной кодекс республики Казахстан, 2012). Отдельные авторы (а возможно, и административные структуры) могут излишне широко трактовать либо подменять термины, пример чего можно наблюдать в публикации на официальном сайте Министерства лесного, охотничьего хозяйства и природопользования Пензенской области. Здесь генетическим резерватом называют лесосеменную плантацию из 800 генетически различных клонов сосны, созданную на месте выгоревшего участка леса. (В Ахунско-Ленинском лесничестве..., 2014). Возможно, в данном случае, таким образом был истолкован пункт 10 «Положения о выделении ЛГР», гласящий: «...В отдельных случаях в резерваты могут быть включены участки полезащитных лесных насаждений и наиболее ценные посадки лесных культур из пород-экзотов (Положение о выделении..., 1982).

Следующий пункт (п.6) гласит: «...ЛГР выделяются с целью получения высококачественного генетического материала для повышения продуктивности лесов будущего... ...Организация ЛГР должна проводиться с учетом сохранения типологического разнообразия лесов каждого лесосеменного района». (Положение о выделении..., 1982). Анализ литературы показывает, что то или иное местное лесосеменное районирование в большинстве случаев при выделении резерватов учитывалось (Мамаев, Махнёв, Семериков, 1984, 1988; Алесенков, Махнёв, Дягилева, 1992; Рогозин, Запоров, Жекин, 2007; Ковалевич, Падутов и др., 2011; Лебедев, Галако, Власенко, Шавнин, 2011; Шавнин и др., 2012, 2013, 2014). Участие же насаждений ЛГР в селекционных программах пока эпизодично.

В п.8 содержатся следующие рекомендации о возможности совмещения ЛГР с функционирующими ООПТ других типов, а также возможности выделения ЛГР (по необходимости) в лесах второй и третьей групп. Как показывает изучение литературных источников, обе рекомендации нашли широкое применение. Во множестве субъектов РФ часть генетических резерватов расположены на территориях других ООПТ, к примеру: Пермский край (Лесной план Пермского края..., 2008; Санников П.Ю., 2014а,2014б), Республика Алтай (Ильичёв, 2011) и Алтайский край (Крыкбаева, Чельшев, 2006; Кальченко, Бондарев, Галецкая, 2011), Вологодская область (Кутышева,2009), и другие. Также и заграничные исследователи

указывают на наличие ЛГР на территориях других ООПТ, в частности - в Эстонии (Курм, Тамм, 1996), Украине (Яцык, 1996), Республике Молдова (Постолаке Г.Г., 1996).

Ярким примером перевода лесов второй и третьей групп в более высокую категорию защитности могут служить ЛГР на территории Ямало-Ненецкого АО: на территории Пуровского района ЯНАО помимо прочих насаждений переведено в состав ГР - 2082 га лесов III группы категории защитности - "эксплуатационные, незакрепленные"; на территории Красноселькупского района ЯНАО переведено в состав ГР 18185 га, из них 6004 га лесов III группы категории защитности - "эксплуатационные, незакрепленные" (Постановление администрации ЯНАО, 1995). Выделение генетических резерватов с использованием лесов второй и третьей групп, эксплуатационных лесов промышленного и местного потребления также имело место и в других административных субъектах, в том числе в Свердловской области (Лебедев В.А., 2014), что может быть показано на примерах кварталов Асбестовского ЛГР №2, Байкаловского №1, Гаринского №8 и №9, Егоршинского №2, Кушвинского №2 и ряда других резерватов. Одна из объективных причин данного явления в Свердловской области – дефицит высокопродуктивных плюсовых насаждений (древостоев) главных лесобразующих видов, поскольку почти за 300-летний период с начала появления металлургического производства на Урале леса в районах заводов вырубались уже минимум трижды, причем хозяйство в них далеко не всегда велось рационально (Махнев, 2014).

Пункт 9 «Положения о выделении ЛГР» регламентирует обозначение ценных насаждений на местности. Полевые исследования в ходе инвентаризации ЛГР Свердловской области (Лебедев, Галако, Власенко, Шавнин, 2011; Шавнин и др., 2012, 2013, 2014) показали, что абсолютное большинство ЛГР ограничены естественными рубежами (квартальные просеки, дороги) и представляют собой конкретные квартала лесничеств, как правило (но не всегда!) с общими границами, что повышает удобство пользования резерватами и их охраны. Вместе с тем необходимо отметить, что в значительной части лесничеств многие лесоустроительные и лесохозяйственные знаки не обновлялись с советского времени, и нередко отсутствуют на местности либо нечитаемы. Кроме того, даже в тех случаях, когда знаки сохранились, из-за изменения административной системы лесничеств, квартальной сети и нумерации выделов - как следствие реорганизации лесного хозяйства РФ – информация часто является устаревшей (Лебедев, Галако, Власенко, Шавнин, 2011; см. главу 5).

Пункт 10 регламентирует происхождение посадочного материала ЛГР (Положение о выделении..., 1982). Как показало изучение литературных источников, далеко не всегда можно найти документальное подтверждение местного происхождения древостоев, особенно в Европейской части России и на Урале, где история лесного хозяйства исчисляется столетиями. Более того, только за 73 года советского периода произошло около 20 реорганизаций

всесоюзных и всероссийских органов управления лесным хозяйством. Такое количество перемен в хозяйственно-административной системы страны отрицательно сказалась на преемственности, сохранности и упорядоченности документации (Тихонов, 2007). Полевые исследования показывают – в отдельных случаях – как утерю лесничествами части архивных документов по кварталам ряда генетических резерватов, так и – в отдельных случаях – подтвержденную засаженность отдельных выделов на территориях резерватов материалом неизвестного происхождения (Лебедев, Галако, Власенко, Шавнин, 2011).

Пункт 11 подчеркивает: «Лесные культуры, созданные из семян, сеянцев и черенков неизвестного происхождения, в состав лесных генетических резерватов не включаются. Не допускается также включение в резерваты популяций с генетическим составом, обедненным в результате хозяйственной деятельности человека или неблагоприятных изменений природных условий» (Положение о выделении..., 1982). К сожалению, как было упомянуто выше, не всегда можно документально подтвердить отсутствие влияния хозяйственной (рубки и лесовосстановление) деятельности человека на генетический состав резерватов. Более того, показано серьезное антропогенное воздействие человека за последние десятилетия на ряд существующих резерватов, в частности – на территории Свердловской области (Лебедев В.А., 2014). Вместе с тем нанесение частичного ущерба насаждениям оставшихся резерватов, по мнению автора, не должно служить непреложным поводом для их дискредитации и лишения природоохранного статуса.

Пункт 12 продолжает регламентировать критерии выделения резерватов. В частности, по необходимости допускается включение в состав резерватов средневозрастных насаждений» (Положение о выделении..., 1982). Ревизия в Свердловской области ряда генетических резерватов показала, что на момент выделения, в 1982-1984 гг., на некоторых территориях находились именно средневозрастные насаждения (Шавнин и др., 2014). Одна из уже упоминавшихся причин подобной ситуации – дефицит высокопродуктивных плюсовых насаждений на Урале в конце XX века (Махнев, 2010, 2014).

В п.13 поясняется допустимость создания ЛГР «..как на один древесную породу, так и на две и более пород в зависимости от характера насаждений» (Положение о выделении..., 1982). Выделение резерватов из двух и более древесных видов широко представлено и практикуется в ЛГР как России, так и других странах бывшего СССР. В качестве примеров административных субъектов с резерватами смешанного состава пород можно привести Свердловскую область (Шавнин и др., 2012, 2013, 2014), Курганскую область (Лесной план Курганской области, 2014), Пермский край (Лесной план Пермского края., 2008; Санников П.Ю., 2012, 2014), Республику Коми с уникальным смешанным составом елово-сосново-кедрово-пихтовых древостоев и



высоким (до 400 м<sup>3</sup>/га) запасом ряда ЛГР (Козубов Г., Дегтева С., 2001), смешанные насаждения ЛГР дуба в республике Татарстан (Карташова, 2013).

Пункт 14 определяет минимальную достаточную площадь ЛГР. В частности, устанавливаются нормативы размеров ЛГР: для всех видов ели и для сосны обыкновенной от 500 до 1000 гектаров; для всех видов берёзы, сосны кедровой сибирской, сосны кедровой корейской, кедрового стланика от 200 до 500 гектаров; для всех видов дуба, бука, лиственницы, пихты, осины, липы мелколистной от 100 до 200 гектаров. В малолесных районах для видов с малым ареалом, встречающихся редко в данном районе или распространенных мелкими участками (в степи, лесотундре, в горах), а также для экзотов допустимо выделение лесных генетических резерватов площадью менее 10 га. Редкие и исчезающие виды при их распространении на площади менее 1500 га должны, как правило, полностью включаться в лесной генетический резерват. Для обеспечения устойчивости насаждений резерватов вокруг них создаются специальные буферные зоны. Размер (ширина) и режим защитной (буферной) зоны устанавливаются конкретно для каждого лесного генетического резервата с учетом его площади, расположения и необходимых для сохранения генотипического состава резервата мероприятий (Положение о выделении.. 1982). Изучение данного вопроса показало, что размер ЛГР в большинстве изученных случаев соответствует рекомендуемому. Например, в Свердловской области средний размер резервата составляет 1002 га (от 219 до 3004 га), по составу в ЛГР преобладают сосна, берёза, ель, пихта и кедр (Шавнин и др., 2011); в Пермском крае 62 ЛГР общей площадью более 60 000 га – соответственно, средняя площадь единичного ЛГР также около 1000 га., состав пород аналогичный (Лесной план Пермского края., 2008; Санников П.Ю., 2012, 2014); в республике Коми 38 ЛГР имеют общую площадь около 28 000 га и среднюю около 735 га, причём помимо чисто сосновых и еловых ЛГР, некоторые отличаются смешанным составом елово-сосново-кедрово-пихтовых древостоев (Козубов Г., Дегтева С., 2001). Вместе с тем, имеется множество примеров и допущения выделения ЛГР меньшей площади при наличии к тому серьезных обоснований. В Белгородской области, где основными сохраняемыми видами являются дуб черешчатый, сосна меловая, ясень и берёза – имеется около 480 га лесных генетических резерватов, т.е. площадь отдельных резерватов значительно уступает вышеперечисленным областям (Кутышева «О природе пород»; Паспорт Белгородской области., 2011); в Хабаровском крае – в литературе найдено упоминание только об одном резервате – «Категенский кедрчак», имеющем статус ботанического памятника природы краевого значения и площадь 57 га, сохраняющем генетического резервата кедра корейского и других ценных видов (Грек В.С., Нечаев А.А., Морин В.А., 2011); в Республике Татарстан на 2014 г. по отчётным данным числятся 911 га лесных генетических резерватов – в основном дуба, реже сосны и липы, при этом ряд сосновых ЛГР имеет сравнительно небольшую площадь

от 4 до 12 га (Новости центра защиты леса Республики Татарстан от 21.05.2014; Достопримечательности и памятники природы Зеленодольского района, 2015; Карташова, 2013); в Крыму - отмечено 25 генетических резерватов, средней площадью около 40 га, преимущественно характеризующих основные популяции сосны крымской (Поляков, Хромов, 1996).

Что касается наличия и параметров упомянутых в пункте 14 специальных буферных зон, размер (ширина) и режим которых устанавливаются индивидуально для каждого лесного генетического резервата, то данный вопрос можно назвать одним из самых сложных и спорных. Одни авторы подразумевают, что в качестве защитной зоны могут использоваться любые лесные насаждения природоохранного статуса, оптимальным воплощением чего может служить расположение ЛГР внутри территории более крупных ООПТ. Например, в Вологодской области ландшафтные заказники, на территории которых помещаются генетические резерваты, в рамках данной точки зрения являются для них «естественными буферными зонами» (Борисова, 2004). Вероятно, в данном случае подразумевается защита охраняемых территорий от избыточной антропогенной нагрузки. По обоснованному мнению других – буферные зоны должны изолировать насаждения ЛГР от привнесения чужеродной пыльцы, т.е. служить своего рода генетическими барьерами между сохраняемыми и случайного состава популяциями вида (Санников, Шавнин, Санникова, Петрова, 2015). Исходя из специфических целей создания ЛГР, сообразно которым приоритет имеет сохранение генетического состава лесообразующих пород, а не местных биогеоценозов, функция буферной зоны как генетического барьера является более правомочным толкованием.

Пункт 15 говорит о приемлемом количестве ЛГР, подчеркивая необходимость создания не менее 3 ЛГР в каждом лесосеменном районе (Положение о выделении..., 1982). К данному тезису большинство современных авторов подходят с альтернативных точек зрения, предлагая опираться в сохранении генетики популяций не на лесосеменное районирование, а на популяционно-хорологическую структуру вида, выделяя в каждой популяции не менее одного генетического резервата (Видякин, 2007), либо основываясь на установлении границ популяций в соответствии с геоморфологическим районированием (Рогозин, Запоров, Жекин, 2007). В последнем случае исследователи исходят из предположения, что границы геоморфологического района примерно соответствуют границам группы популяций и что группа популяций состоит в среднем из 2–3 популяций. Соответственно, необходимое число резерватов в одном районе составит от 1 в малом, и до 3–4 в большом по размерам и протяженности геоморфологическом районе. Следует учитывать возможность потери любого из ЛГР из-за антропогенных или природных факторов, что в генетическом плане может оказаться невосполнимой утратой, и желательность дублирования ЛГР в пределах каждой сохраняемой генетической общности.

Например, относительно недавно в республике Адыгея из-за последствий стихийного бедствия (оледенения) единомоментно погибло 371 га насаждений из 560 га, выделенных под ЛГР дуба черешчатого (Алентьев, Никишина, 2011).

Пункт 16 «Положения о выделении ЛГР» отсылает к юридической базе положения ЛГР: приравнивая их к лесам, имеющим научное или историческое значение (Положение о выделении..., 1982). В текущей ситуации Постановление Правительства РФ «Об утверждении такс для исчисления взысканий за ущерб, причиненный лесному фонду...» от 21.05.2001 формально причисляет взыскания за незаконную рубку на территории ЛГР вдвое больше, чем за рубку на территориях национальных парков, государственных природных заповедников и других ООПТ (Постановление Правительства..., 2001). К сожалению, на территории только Свердловской области отмечены случаи как сдачи территорий ЛГР в аренду (Шавнин и др., 2011), так и рубки ценных насаждений (Лебедев В.А., 2014; «Первоуральцы требуют..», 2013; Зонтиков и др., 2013; Рыжова, 2014).

Пункт 17 ещё раз подчёркивает, что основным способом возобновления леса в генетических резерватах является естественное, говорит о необходимости мероприятий по содействию естественному лесовозобновлению, либо создания лесных культур на основе семени местного происхождения, собранные в резервате или на прилегающих территориях (Положение о выделении..., 1982). Проблема источников возобновления в современных ЛГР уже разбиралась выше, тогда как мероприятия по содействию естественному возобновлению – болезненный вопрос для современных резерватов. Многим из ЛГР требуются санитарные рубки и рубки ухода, в ряде ЛГР идет смена сохраняемых лесобразующих видов, во избежание чего необходимы регулярные мероприятия по содействию естественному лесовозобновлению (Видякин, 2007; Лебедев, Галако, Власенко, Шавнин, 2011). Полевые исследования ЛГР Свердловской области показывают как утерю лесничествами части архивных документов по кварталам некоторых генетических резерватов, так и подтвержденную засаженность отдельных выделов на территориях ряда резерватов материалом неместного происхождения (Лебедев, Галако, Власенко, Шавнин, 2011).

Пункт 20 говорит о запрете в ЛГР всякой хозяйственной деятельности, угрожающей их сохранности по генотипическому составу или нарушающей естественный ход развития природных популяций (Положение о выделении..., 1982). Данный пункт не только подчёркивает упомянутое в п.8 и п.11, но и акцентирует сохранность генотипического состава лесобразующих видов как основную ценность ЛГР, основное условие их сохранения. Таким образом, избыток антропогенной нагрузки – избыточная, рекреация, загрязнение, временное или постоянное изменение местных биогеоценотических условий – не должен являться причиной для пересмотра природоохранного статуса ЛГР. В отличие от биосферных

резерватов, ЛГР ориентированы не только на экологический, но и на экономический эффект от развития лесоводства, являющийся одной из основ развития лесного комплекса государства.

Пункты 21 и 22 определяют юридический порядок внесения изменения в схему территорий резерватов (Положение о выделении..., 1982). Актуальность данных пунктов, к сожалению, очень велика. На примере только Свердловской области можно видеть, что во многих случаях изменены границы и статус территорий, как следствие реорганизации лесного хозяйства РФ (в особенности из-за изменения административной системы лесничеств, квартальной сети и нумерации выделов). Имеется несоответствие закреплённой в документах Департамента лесного хозяйства Свердловской области информации о некоторых кварталах лесничеств, выделённых как ЛГР, реальному состоянию резерватов - в некоторых случаях статус ЛГР переносился местными лесничествами с одних кварталов леса на другие без согласования с программой выделения ЛГР, либо статус ЛГР отдельными кварталами был утрачен из-за лесных пожаров или в связи с хозяйственной деятельностью человека. Прецедентами могут служить следующие факты: в Кушвинском ЛГР №3 – выделённые в качестве резервата квартала лесничества территориально не соответствуют выделённым изначально; в Асбестовском ЛГР №1 один из участков работники лесничества заменили на условно-равноценный посторонний по причине выгорания части территории; примером осложняющей работу полной смены нумерации квартальной сетки могут служить Билимбаевский ЛГР №1 и Асбестовский ЛГР №1; некоторое уменьшение официальных площадей по сравнению с изначальными отмечено в ряде обследованных резерватов – Красноуфимском ЛГР №2, Красноуральском ЛГР №1, Сухоложском ЛГР №1. (Лебедев и др., 2011; также см. главу 4)

Из вышеизложенного можно заключить следующее:

ЛГР являются типом ООПТ, специализированным на сохранении генофонда видов-лесообразователей в целях реализации долговременного, устойчивого и экономически эффективного управления лесами. Несмотря на высокую практическую ценность генетического материала ЛГР, его участие в лесохозяйственных программах пока эпизодично.

С момента выделения ЛГР на территории СССР принципиальных изменений в подходах к критериям генетических резерватов не выявлено. Однако отмечен ряд негативных тенденций социально-экономического характера. Большое количество перемен в лесохозяйственно-административной системе страны отрицательно сказалась на преемственности, сохранности и упорядоченности документации, что значительно усложняет анализ влияния хозяйственной деятельности человека на генетический состав конкретных резерватов. Несмотря на формально высокую юридическую защищённость, за последние десятилетия выявлено серьёзное антропогенное воздействие на ряд существующих резерватов, в частности – на территории

Свердловской области. Ряду ЛГР Свердловской области необходимы регулярные мероприятия по содействию естественному лесовозобновлению.

#### **1.1.4. ЛГР на территории России и ближнего зарубежья**

В Российской Федерации, а также в большинстве республик бывшего СССР, значительная работа по сохранению генетического фонда ряда видов дендрофлоры была проведена в 1982-1990 гг. с утверждением "Положения о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах СССР" и выполнения соответствующих заданий Государственного комитета по лесному хозяйству (Приказ N 112 от 13.08.1982 г.). На 01.01.96 г. в России числятся лесные генетические резерваты на площади 185600 га (по другим данным 187493,5 га - см. таблицу 1.2) (Ирошников, 1996; Проказин, 1996). Однако приведенный реестр не отражает наличие некоторых резерватов в ряде регионов, в частности, в Уральской зоне, где выделено около 500 ЛГР (Мамаев, Махнев, 1996). Неполнота учёта обусловлена практическим свертыванием после распада СССР работ по выделению и оформлению этих объектов.

Целью данной научной работы не ставилось найти информацию по наличию ЛГР на территориях всех субъектов Российской Федерации и сопредельных стран, но поиск упоминаний лесных генетических резерватов в открытых источниках - научной и публицистической периодике, электронной и юридической документации - позволяет сделать определенные выводы и обобщения.

#### **ЛГР на территории Свердловской и сопредельных ей областей**

\* Свердловская область имеет на своей территории 111 генетических резерватов основных лесообразующих видов, общая площадь резерватов - 109627 га, что составляет 0,56% от площади области (Пономарёва, 2013). Площадь отдельных ЛГР от 219 га до 3004 га (в среднем около 1002 га). Основные сохраняемые виды - сосна, берёза, ель, пихта и кедр, также представлены лиственница (Сукачева и обыкновенная), осина, липа и вяз (Лебедев и др., 2011).

\* Курганская область: По состоянию на 1 января 2013 года общая площадь генетических резерватов составляет 13647 га, из них 12489 га – сосновые насаждения, а 1158 га – берёзовые. Наличие генетических резерватов по лесничествам: Белозерское -1536 га (сосна); Глядянское - 766 га (сосна); Далматовское - 1060 га (сосна); Каргапольское - 1432 га (сосна); Курганское – 2060 га (сосна); Куртамышское – 597 га (сосна); Петуховское – 961 га (сосна); Шадринское - 540 га (в т.ч. 419 га - сосна, 121 га - берёза); Шатровское – 1834 га (в т.ч. 1679 га - сосна, 155 га - берёза); Шумихинское - 935 га (сосна); Юргамышское 1926 га, в т.ч. 1044 га - сосна, 882 га - берёза (Лесной план Курганской области 2009-2018 гг, версия от 10.07.2014).

\* Пермский край: Всего на 1992 г. Пермском крае было выделено 97 лесных генетических резерватов, в которых Пермским лесохозяйственным территориальным

**Таблица 1.2.** Сведения о наличии лесных генетических резерватов в РФ по состоянию на 01.01.96 (Проказин, 1996)

Экономические регионы и заповедники.	Зане- се- но в Госре- естр, га.	Наличие генетических резерватов по видам, га							
		Сосна об.	Сосна сиб.	Ель	Лист- вен- ница	Дуб	Бук	Бе- рёза	Др.
Северный	72560	19545	-	47880	4198	-	-	937	-
Северо-Западный	1692	731	-	961	-	-	-	-	-
Центральный	13539	6761	-	5512	-	476	-	673	116, 8
Волго-Вятский	7557	4135	-	1304	-	2117	-	-	-
Центрально- Черноземный	4046	248,1	-	-	-	3798	-	-	-
Поволжский	3123	2439	-	-	-	653	-	30,7	-
Северо-Кавказский	2444	-	-	-	-	616	1700	-	128
Уральский	49506	31899	-	5741	578	4498	-	5085	1704
Западно- Сибирский	18108	8629	5061	1401	3017	-	-	-	-
Восточно- Сибирский	18108	8629	5061	1401	3017	-	-	-	-
Дальневосточный	8156	637	-	4893	2626	-	-	-	-
Воронежский заповедник	1029	-	-	-	-	1029	-	-	-
Хоперский заповедник	1118	-	-	-	-	-	-	-	1118
Итого по Рослесхозу	185345	78459	6060	67692	10597	12160	1700	6725	1949
Всего по России	187493	7845	6060	67692	10597	13190	1700	6725	3067

производственным объединением в 1992 году специальным письмом определялся особый режим ведения хозяйства (Алесенков и др., 1992; Рогозин и др., 2007).

За прошедшие годы специалисты лесного хозяйства ознакомились с лесными резерватами в натуре и по некоторым были высказаны серьезные замечания. Часто их площадь была явно недостаточна или занята вторичными лесами, а общее количество казалось несколько излишним. В связи с этим в 2003-2005 годах лабораторией экологии леса Естественнонаучного института Пермского госуниверситета (ЕНИ ПГУ) было проведено обследование всех ЛГР на территории Пермского края. По результатам обследования из 97 территорий были отобраны 79, которые соответствовали нормативам их выделения и отличались хорошим санитарным состоянием (из них 14 резерватов позднее объединили в 7) В результате дальнейшего ландшафтно-лесоводственного анализа оказалось теоретически допустимым сократить число ЛГР до 62 шт., что и было сделано впоследствии. (Рогозин и др., 2007). В настоящее время Лесным планом Пермского края на 2008–2017 годы выделены 62 ЛГР общей площадью более 60 тыс. га. Из них 12 резерватов полностью и 2 частично находятся на территориях ООПТ. Природоохранный статус отсутствует у большинства (48) лесных генетических резерватов. В качестве основного объекта охраны наибольшее количество резерватов (46) включают популяции ели. Также имеется 6 ЛГР кедра, 5 ЛГР лиственницы, 11 ЛГР пихты, 21 ЛГР с участием берёзы (Санников П.Ю., 2012, 2014; Лесной план Пермского края..., 2008).

\* Челябинская область: ЛГР были выделены в каждом районе Челябинской области. В настоящее время в лесхозах Главного управления лесами области их имеется более 28 000 гектаров (Пинаев, 2007), есть указания на общее число резерватов в 45 (Лагунов, Вейсберг, 2008), генетические резерваты упоминаются в законодательстве Челябинской области (Закон Челябинской области об ООПТ, 2002/2014).

\* Тюменская область: ЛГР упоминаются только на территориях Ханты-Мансийского АО и Ямало-Ненецкого АО, расположенных на территории Тюменской области (Обзор: экологическое состояние... Тюменской обл., 2004).

На территории Ямало-Ненецкого АО: выделены ЛГР на общей площади 22242 га переводом лесного фонда в леса I группы категории защитности - "леса, имеющие научное или историческое значение". На территории Пуровского района ЯНАО переведено в состав ЛГР - 2082 га лесов III группы категории защитности - "эксплуатационные, незакрепленные", и 1975 га лесов I группы категории защитности - "запретные полосы лесов, защищающие нерестилища ценных промысловых рыб"; на территории Красноселькупского района ЯНАО переведено в состав ЛГР 18185 га - 6004 га лесов III группы категории защитности - "эксплуатационные,

незакрепленные", и 12181 га лесов III группы категории защитности - "резервные леса". (Постановление администрации ЯНАО..., 1995).

На территории Ханты-Мансийского АО: найдена информация о единственном ЛГР кедра - в 1991 году решением Тюменского облисполкома лесам на острове Большой Чухтинский присвоен статус генетического кедрового резервата (Природный парк Самаровский Чугас, 2002).

\* Республика Башкортостан: в период с 1989 по 2000 годы в естественных популяциях хвойных видов были выделены 20 ЛГР. Из этого числа 7 ЛГР выделены в трех популяциях лиственницы Сукачева (на площади 5335 га), 12 ЛГР в 3 популяциях сосны обыкновенной (на площади 9896 га), 1 ЛГР в популяции ели сибирской (на площади 192 га) (Лесной план Республики Башкортостан, 2008; Коновалов и др., 2010; Путенихин, 2010).

\* Республика Коми: в 1990-х гг. специалистами Института биологии и комитета лесов выделена первая очередь ЛГР, состоящая из 38 объектов, общей площадью около 28 000 га, позднее утвержденных Советом Министров Республики Коми. Помимо чисто сосновых и еловых ГР, некоторые отличаются уникальным смешанным составом елово-сосново-кедрово-пихтовых древостоев и высоким (до 400 м<sup>3</sup>/га) запасом (Козубов, Дегтева, 2001).

### **ЛГР в субъектах Российской Федерации**

\* Псковская область - в регионе существуют 2201,2 га ЛГР, основные лесобразующие виды - ели, дуб, сосна, лиственница. Наиболее крупные резерваты - ЛГР по ели на площади 858 га, ЛГР дуба черешчатого в Воронцовском участковом лесничестве (Портал "WoodBusiness.ru", от 28.02.2008; Сайт Государственного комитета Псковской области, 2014). Также в литературе упоминаются ЛГР обыкновенной сосны и карельской берёзы, расположенные на территории национального парка «Себежский» («Выживший благодаря войне...», 2003 г).

\* Белгородская область – имеется около 480 га ЛГР, главными лесобразующими видами являются дуб, сосна, ясень, берёза (Кутышева, 2009). В «Паспорте Белгородской области» на 2011 год упоминается наличие ЛГР дуба черешчатого и сосны меловой (Паспорт Белгородской области..., 2011).

\* Краснодарский край - отмечено 6110 га ЛГР (Кутышева, 2009), по другим данным – 6840,9 га (Центр защиты леса Краснодарского края, 2012).

\* Вологодская область — отмечено 11 ЛГР (Борисова, 2004), по другим данным - 13 ЛГР (Ермолин, 1999). Суммарная площадь ЛГР составляет 14476 га (Борисова, 2004), по другим данным – 10541 га (Кутышева, 2009). Основные лесобразующие виды - ель, сосна, лиственница Сукачева. Все ГР имеют статус региональных ООПТ. Достойным внимания моментом является тот факт, что на территории Вологодской области преобладающая часть



резерватов располагаются внутри объектов сети ООПТ, относящихся к иным категориям, что может позиционироваться как создание естественных буферными зон для ЛГР. В частности:

- в Вышегорском районе генетический резерват № 1 находится на территории Верхне-Андомского ландшафтного заказника на берегу Куржинского озера, его площадь составляет 1688 га, сохраняемый вид - ель европейская. Генетический резерват № 2 находится на территории Шимозерского гидрологического заказника, его площадь - 1156 га;

- в Верховажском районе генетический резерват № 4 (1811 га) создан на основе ландшафтного заказника Лиственничный бор (сохраняемый вид - лиственница Сукачева);

- в Великоустюгском районе генетический резерват № 5 (1276 га) создан на основе Орловской рощи;

- в Кирилловском районе на территории Шалго-Бодуновского ландшафтного заказника генетический резерват № 3 (площадь 1511 га) находится в составе заповедной зоны национального парка «Русский Север»;

- В Бабушкинской районе генетический резерват № 11 (1595 га) входит в состав Унженского ландшафтного заказника.

Вторая группа ЛГР Вологодской области — самостоятельные объекты сети ООПТ. Четыре из них (№ 7, 8, 9 и 10) выделены в пределах запретных полос по берегам рек (Борисова, 2004).

\* Костромская область - на 1990 г. выделено 7 ЛГР общей площадью 3893 га. В частности, 3 ЛГР сосны обыкновенной (2025,3 га), 1 ЛГР берёзы бородавчатой (673 га), 1 ЛГР ольхи чёрной (160 га), 1 ЛГР осины исполинской (116,8 га), 1 ЛГР елей (918 га) (Рыжова, 2014). По альтернативной версии размер ЛГР осины исполинской составляет 119 га (Багаев, 2008). В 2010-2012 г. Костромской лесосеменной станцией проведено обследование ЛГР осины. Выявлены нарушения - самовольная рубка ряда участков (Зонтиков и др., 2013; Рыжова, 2014).

\* Пензенская область - отмечено 1286,7 га ЛГР, основные сохраняемые виды - дуб черешчатый и сосна обыкновенная («На территории Пензенской области...», 2014)

\* Хабаровский край – в литературе найдено упоминание только об одном ЛГР – «Категенский кедрач», имеющем площадь 57 га и расположенном в Уликанском лесничестве. С 1979 г. Категенский кедрач отнесен к ботаническим памятникам природы краевого значения, одной из функций которого названо сохранение генетического резервата кедр корейского и других ценных видов (Грек и др., 2011). На сайте Центра защиты леса Хабаровского края ЛГР упоминаются в числе названий прочих подконтрольных учреждению объектов, но более подробная информация отсутствует (Официальный сайт Центра защиты леса Хабаровского края, 2014).

\* Алтайский край – имеются ЛГР общей площадью 3661 га, основными сохраняемыми видами являются ель, кедр, лиственница (Крыкбаева, Чельшев, 2006; Кальченко и др., 2011; Новости ФБУ "Российский центр защиты леса" от 08/04/14;).

\* Красноярский край – общая площадь ЛГР - 2556 га, лесообразующие виды - лиственница сибирская, сосна кедровая сибирская. На 2011 г. отмечено, что в связи с недостатком финансирования отрасли ЛГР без регулярных агротехнических и лесоводственных уходов теряют свое назначение и приходят в негодность (Лозицкая и др., 2011).

\* Томская область - по состоянию на 01.01.96 г. выделено пять ЛГР общей площадью 5300 га, основные сохраняемые виды - сосна, ель, кедр (Данченко, Бех, 1996). В программе развития лесного хозяйства области на 2013-2016 г. выделение ЛГР не упоминается (Постановление ... от 31.08.2012).

\* Республика Татарстан: – на 2008 выделено 779 га ЛГР (Лесной план Республики Татарстан, 2008), на 01.01.2014 г. по отчётным данным числятся уже 911 га ЛГР (Новости центра защиты леса Республики Татарстан от 21.05.2014). Основные лесообразующие виды - дуб, сосна, липа. Преобладают дубовые ЛГР (Карташова, 2013). Отмечено, что ряд сосновых ЛГР имеет небольшую площадь, в пределах 4-12 га (Достопримечательности и памятники..., 2015).

\* Республика Адыгея - общая площадь ЛГР – 1725 га, в том числе ЛГР пихты кавказской 1460 га, ЛГР бука восточного 76 га, ЛГР дубов черешчатого и скального 189 га (Алентьев, Никишина, 2011).

\* Республика Алтай – на 2014 г отмечено 710 га ЛГР (Новости ФБУ "Российский центр защиты леса" от 08/04/14), из них на 01.01.2011 г. преобладают ЛГР кедра сибирского общей площадью 495,4 га (Ильичёв, 2011; Кальченко, Бондарев, 2011).

\* Республика Хакасия – ЛГР на 2011 г отсутствуют, работа по выделению не ведётся (Лозицкая и др., 2011).

\* Республика Карелия – выделено 17 ЛГР общей площадью 9780,8 га. В них представлены аутохтонные насаждения сосны, ели, берёзы, осины и других видов. Из них 67% площадей ЛГР расположены в южнокарельском лесосеменном районе, 25% - в среднекарельском и 10% в северокарельском. Число выделенных резерватов соответствует «Положению о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах России» (Царев, А. П. и др., 1996).

\* Республика Чувашия – имеется 5 ЛГР, общей площадью 995 га. Из них 2 ЛГР дуба и 3 ЛГР сосны (Типовое положение о ЛГР..., 2006). Отмечена деятельность по поддержанию должного состояния ЛГР в республике (Обследован лесной генетический..., 2014).

\* Крым - отмечено 25 генетических резерватов, общей площадью 981 га, преимущественно характеризующих основные популяции сосны крымской (Поляков, Хромов, 1996).

\* Северный Кавказ – исследователи отмечают, что в историко-культурном регионе, включающем в себя Краснодарский край, Северную Осетию, Ставропольский край были выделены и оформлены ЛГР всех главных лесобразующих видов (сосны, дубы, буки) на площади около 5000 га (Картелев, 1996).

### **ЛГР в ближнем зарубежье**

\* Республика Беларусь - на 1996 г. помимо сети ООПТ выделено 17 генетических резерватов сосны, ели и дуба общей площадью 4162 га, которые не имеют статуса особо охраняемых территорий и находятся в ведении Министерства лесного хозяйства (Гончаренко, Падутов А. Е. 1996). На 2011 г зафиксировано: ЛГР сосны обыкновенной – 1550 га, ЛГР ели -1127 га, ЛГР дуба - 2622, ЛГР ясеня -114 га (всего 5413 га). Со временем планируется увеличить площадь ЛГР до 15 000 га в рамках государственной программы «создание национального генетического фонда хозяйственно-полезных растений» (Ковалевич, Падутов В. Е., 2011).

\* Латвия – Среди категорий ООПТ Латвии ЛГР не значатся (Сайт латвийского агентства..., 2014).

\* Литва – в работах некоторых авторов (Габрилавичюс, Данусявичюс, 1996; Gabrilavicius, Danusevicius, 1996) –упоминаются, что генетические ресурсы сохраняются способом *in situ* в том числе с помощью ЛГР, но число и площадь в работах не указываются. В работах других авторов резерватами Литвы называют все леса I группы, общей площадью 25,9 тыс. га (Сакалаускас, Ванцавичюс, 2011). Часть бывших ЛГР может входить в более крупные ООПТ Литвы: например, созданный в 1985 г. для сохранения ценного генофонда хвойных лесных насаждений Ажвинчайский ЛГР, имеющий площадь 2278,5 га, позднее вошёл в состав созданного в 1974 г. Литовского национального парка («Заповедники СССР...» 1993).

\* Эстония - после принятия в 1980-х годах "Положения о выделении и сохранении генофонда пород деревьев в лесах СССР" было выделено 10 ЛГР с общей площадью 3540 га. Основные виды – сосна, ель, лиственницы, берёза плакучая. В четырех ЛГР (площадью 1987 га, 56% от общей) доминируют насаждения с преобладанием сосны. В пяти ЛГР (площадью 1136 га, 32% от общей) преобладает ель и лишь на одном участке (площадью 417 га, 12% от общей) преобладающей является берёза. После приватизации в середине 1990 общая площадь ГР уменьшилась до 2904 га (Курм, Тамм, 1996; Estonian Forests and Forestry, 1995; Maaten T., 2011). При этом отдельные авторы трактуют понятие генетических резерватов достаточно своеобразно: «В Эстонии выделены специальные лесные участки в целях их сохранения.

Старейшим является лесной квартал (площадь 19 га) в учебно-опытном хозяйстве Ярвселья, где с 1923 года запрещена хозяйственная деятельность. Под охраной находится также старое природное дубовое насаждение (91 га), где возраст деревьев превышает 200 лет. Большие площади лесов находятся под охраной в национальных парках (53.3 тыс. га), природных резерватах (5.6 тыс. га), ландшафтных (27.8 тыс. га) и болотных (10.3 тыс. га) заказниках. Таким образом, приблизительно 100 тыс. га лесов Эстонии можно считать генетическими резерватами (Курм, Тамм, 1996).

\* Республика Молдова - в гослесфонд Молдовы в состав постоянной лесосеменной базы (приказом №63 от 21 мая 1992) включены 8 ЛГР, общей площадью 713,2 га. Сохраняемые виды: дуб черешчатый – 2 ЛГР общей площадью 433,5 га; дуб скальный – 3 ЛГР общей площадью 175,5 га; дуб пушистый – 3ЛГР общей площадью 104,2 га (Постолаке, 1996).

\* Украина – на 1996 г. отмечено более 500 генетических резерватов 30 лесобразующих видов общей площадью свыше 27 000 га (из них сосны обыкновенной - почти 6500 га; дуба черешчатого - более 7700 тыс. га; ели европейской - более 3300 тыс. га; пихты белой почти 1500 тыс. га; бука европейского - более 4300 тыс. га). ЛГР отобраны и в насаждениях редких, преимущественно реликтовых видов - сосны Станкевича, сосны кедровой европейской, сосны горной, можжевельника высокого, тиса ягодного, земляничного дерева, фисташки туполистной, и других (Патлай, Волосянчук, 1996). Средняя площадь резервата в стране составляет около 54 га. На примере региона Украинских Карпат и примыкающих территорий (Львовская, Ивано-Франковская, Закарпатская и Черновицкая области) можно увидеть варьирование площади резервата от 2,5 га до 70 га: всего в регионе 174 резервата, общей площадью 10771.0 га, том числе: *Picea abies* (L.) Karst. - 31 резерват, 2216.3 га; *Abies alba* Mill. - 24 резервата, 1269.0 га; *Pinus sylvestris* L. - 10 резерватов, всего 589.2 га; *Pinus sylvestris* L.(relict) - 9 резерватов, всего 545.0 га; *Pinus cembra* L. - 4 резервата, всего 632.1 га; *Pinus mugo* Turra. - 1 резерват, всего 1.5 га; *Taxus baccata* L. - 2 резервата, всего 75.1 га; *Pseudotsuga menziesii* Franco - 3 резервата, всего 23.7 га; *Fagus sylvatica* L. - 51 резерват, всего 3855.5 га; *Quercus robur* L. - 26 резервата, всего 1141.8 га; *Quercus petraea* Liebl. - 3 резервата, всего 70.2 га; *Fraxinus excelsior* L. - 3 резервата, всего 174.7 га; *Acer pseudoplatanus* L. - 1 резерват, всего 32.4 га; *Ulmus glabra* Huds. -1 резерват, всего 2.5 га; *Betula pendula* Roth. - 1 резерват, всего 33.2 га; *Alnus glutinosa* Gaert. - 2 резервата, всего 47.4 га; *Carpinus betulus* L. - 2 резервата, всего 61.0 га. (Яцык, 1996)

\* Узбекистан – несмотря на то, что все леса Узбекистана отнесены к 1 группе и в них преобладают защитные и водоохранные категории, а ЛГР - основная форма сохранения генетических ресурсов лесных популяций, работа по их выделению в Узбекистане ещё не проводилась (Александровский, 1996).

\* Казахстан - в горных лесах выделено два ЛГР ели Шренка общей площадью 826 га, в пустынных лесах выделено 5 ЛГР саксаула черного общей площадью 14,8 тыс. га, также выделено 14 ЛГР яблони Сиверса (Коробко, 1996).

\* Республика Кыргызстан - выделено 4 ЛГР общей площадью 1172 га, сохраняемым видом является пихта Семёнова («Стратегия и план...», 1998; Национальная лесная политика Кыргызстана, 1999; Колов, Бикиров, 2000).

\* Таджикистан - ЛГР как таковых не существует. Тем не менее, существуют выполняющие схожие функции «биосферные резерваты»: 1 августа 2012 г. принят закон «О генетических ресурсах растений», руководство страны активно участвует в международных экологических программах, проблемы сохранения лесного биоразнообразия включены в концепцию устойчивого лесопользования. К сожалению, наблюдаются массовые нарушения природоохранного законодательства на всех уровнях, в т.ч. вырубка ценных насаждений (Пятый национальный доклад..., 2014).

Обобщая изложенную информацию, можно видеть, что ЛГР как целевой подвид ООПТ имеются исключительно на территории бывшего СССР.

### **1.1.5. Современные проблемы ЛГР в Российской Федерации и ближнем зарубежье**

В Российской Федерации, а также в большинстве республик бывшего СССР, значительная работа по сохранению генетического фонда ряда видов дендрофлоры была проведена в 1982-1990 гг. с утверждением "Положения о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах СССР" и выполнения соответствующих заданий Государственного комитета по лесному хозяйству (Приказ N 112 от 13.08.1982 г.). На 01.01.96 г. в России числятся лесные генетические резерваты на площади 185600 га (по другим данным 187493,5 га) (Ирошников, 1996; Проказин, 1996). Однако приведенный реестр не отражает наличие некоторых резерватов в ряде регионов, в частности, в Уральской зоне, где выделено около 500 ЛГР (Мамаев, Махнёв, 1996). Неполнота учёта резерватов обусловлена практическим свертыванием после распада СССР работ по выделению и оформлению этих объектов, несмотря на незавершенность мероприятий по сохранению генофонда лесов России и все большее внимание, проявляемое мировым сообществом к проблеме сохранения биоразнообразия. Особенно неблагоприятное положение с сохранением и рациональным использованием генетического фонда лесных древесных видов характерно для районов Сибири и Дальнего Востока (Ирошников, 1996), что также связано с труднодоступностью большинства территорий данных регионов; по Центральному региону России наиболее очевидна

необходимость активизации работ во Владимирской, Тульской и Орловской областях (Проказин, 1996).

По мнению некоторых исследователей, площади объектов сохранения генетического фонда по регионам крайне дифференцированы и не находятся в какой-либо комплексной связи с площадями лесного фонда страны, его структурой и качеством. Подчеркивается необходимость расширения работ по сохранению генетического фонда таких видов, как дуб, берёза, осина (Проказин, 1996).

В целом по России темпы работ по выделению лесных генетических резерватов, а также усилия по их сохранению до сих пор явно недостаточны, что обусловлено в первую очередь несовершенством законодательной базы и отсутствием в реальных, а не декларируемых государственных приоритетах развития лесосеменной отрасли, и сохранения генофонда лесообразующих видов страны в частности (Проказин, 1996; Лозицкая и др., 2011). Сохранение генетического фонда не поставлено на уровень проблем государственного значения, несмотря на необходимость сделать это, исходя из подписанных межгосударственных документов. В стране до сих пор отсутствует единая федеральная программа соответствующих работ, не определены их объемы и содержание. Соответственно нет и финансовой основы для проведения работ. Передача полномочий по организации воспроизводства лесов (за исключением семеноводства) субъектам Российской Федерации (ст. 84 п. 4 Лесного кодекса РФ) и отсутствие полномочий по лесному семеноводству в лесном кодексе также привели к тому, что финансирование по субъектам не обеспечено. Федеральные субвенции на ведение семеноводства не выделяются, а государственная финансовая поддержка в виде объявленных государственных конкурсов по созданию и содержанию объектов единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК) ничтожно мала (к примеру, в 2010 году конкурс вообще не объявлялся) – а ЛГР, не являясь селекционно-семеноводческими объектами, входят в и ЕГСК могут быть использованы для выделения плюсовых деревьев и насаждений (Указания по лесному семеноводству..., 2000). Новые объекты ЕГСК не закладываются субъектами РФ, потому что все затраты на их создание признаются нецелевыми. Ранее заложенные объекты ЕГСК без регулярных агротехнических и лесоводственных уходов теряют свое назначение и приходят в негодность (Лозицкая и др. 2011; Проказин, 1996). Без заранее проработанного и утвержденного плана, выделение в природе и создание объектов сохранения генетического фонда лесов страны проводится бессистемно; объемы работ находятся в прямой зависимости от личной инициативы, научных интересов и квалификации сотрудников научных и иных учреждений (Проказин, 1996).

Порядок выделения ЛГР предусматривает их согласование и утверждение в субъекте Российской Федерации (республика, край, область), в том числе - органом управления лесным

хозяйством, органом охраны окружающей среды, органом исполнительной власти. При этом органы управления лесами и, в особенности местные органы власти, не всегда заинтересованы в исключении из лесосечного фонда и осуществлении особого режима охраны выделенных в качестве ЛГР высокобонитетных насаждений. Понятно, что отсутствие такой заинтересованности способно затянуть процесс согласования генетического резервата или сорвать его (Проказин, 1996). Проблемой Центрального региона России - региона интенсивной эксплуатации лесов, является, кроме перечисленных, сложность подбора под генетический резерват единого массива площадью более 100 га, как того требует Положение об их выделении.

Для промышленно развитых регионов, и Свердловской области в частности, одной из ключевых проблем при выделении и сохранении ЛГР является загрязнение почв и воздуха (Махнёв, 2010). По многочисленным данным (Кулагин, 1974; Махнёв, Мамаев, 1979; Шилова и др., 1984; Смит, 1985; Махнёв и др., 1990; Промышленная ботаника, 1993; Воробейчик и др., 1994; Власенко и др., 1995; Государственный доклад..., 1996; Махнёв и др., 2002; Менщиков, Махнёв, 2003) высокий уровень загрязнения промышленными выбросами атмосферного воздуха и почв приводит к деградации растительности, в том числе лесной на обширной территории или её гибели в импактных зонах. С другой стороны, промышленные загрязнения, являющиеся сильным стрессовым фактором, не только оказывают существенное влияние на состояние лесных экосистем, но и могут вызывать деградацию сложившейся в течение длительного времени генетической структуры популяций, уменьшить их способность к адаптации в меняющихся условиях среды (Ильинов, Политов и др., 2006). В промышленно развитых регионах данная проблематика накладывается на общий дефицит высокопродуктивных и качественных в селекционно-генетическом отношении плюсовых и нормальных насаждений главных лесообразующих видов, поскольку в большинстве случаев за исторический период с начала появления производства леса в зонах расположения промышленных объектов могли неоднократно вырубаться, а хозяйство в них велось далеко не всегда рационально (Махнёв, 2010).

Отдельной сложностью мероприятий по сохранению генофонда лесообразующих видов, особенно для европейской части России, является тот факт, что ряд видов имеет обширные ареалы и произрастает на территории нескольких государств. В связи с этим, встает вопрос о координации совместных действий при решении проблем изучения и сохранения их генофонда, создания сети ЛГР на всем протяжении видовых ареалов (Ильинов, 1996; Габрилавичюс, Данусявичюс, 1996; Gabrilavicius and Danusevicius, 1996).

Ещё две причины неудовлетворительной сохранности резерватов следует в большей степени отнести к разряду организационных, основанных на некотором несовершенстве и

неточности первой редакции «Положения о выделении ЛГР» (Махнёв, 2010). Первая, и основная из них, заключается в том, что в упомянутом Положении ЛГР рекомендовалось в первую очередь выделять в лесопарковых частях зелёных зон, созданных в окрестностях крупных городов и поселков, в том числе и промышленных, которые по определению имеют высокую категорию защиты. Однако, уже на момент выделения резерватов древостои в них, как правило, характеризовались по санитарному состоянию как в той или иной степени “ослабленные”, так как они были спелыми, а, частично, перестойными с наличием механических повреждений стволов и корневой систем. Подрост главной породы из-за усиленной рекреации, а местами и выпаса скота, обычно отсутствовал. Кроме того, избыток опада с перестойных деревьев и сорных растений провоцировал в данных насаждениях распространение устойчивых низовых пожаров, губительных для подроста. Вторая, не менее ущербная для самовосстановления и устойчивости резерватов причина, заключается в том, что в первой редакции упомянутого Положения отсутствовали указания относительно необходимости своевременного проведения в них лесовосстановительных рубок, включая рубки омоложения или переформирования с целью обеспечения эффективного восстановления главного вида (породы). При этом показано, что в возрастном ряду лесных насаждений в меньшей степени поражаются промышленным загрязнением молодые насаждения, которые даже в этих условиях можно сформировать в результате своевременно проведенных рубок омоложения; в нескольких ЛГР проведены соответствующие эксперименты, которые показали положительный лесоводственный эффект от рубок обновления (Менщиков, Махнев, 2003; Терин, Терина, 2007; Махнёв, 2010).

Приведём некоторые конкретные примеры, описывающие текущую проблематику создания и поддержания должного состояния ЛГР

А) На территории Российской Федерации:

- В Свердловской области наблюдается проблема вытеснения сосны темнохвойными видами в ряде моновидовых сосновых ЛГР. Отмечено сокращение контуров занятых лесообразующим видом территорий ЛГР вследствие лесных пожаров и антропогенных воздействий (рубки главного пользования, сдача в аренду, засаживание привнесённым семенным материалом и др.). Также во многих случаях изменены границы и статус территорий, как следствие реорганизации лесного хозяйства РФ (в особенности из-за изменения квартальной сети и нумерации выделов), что привносит путаницу в документацию. Обнаружено несоответствие закреплённой в документах Министерства природных ресурсов Свердловской области информации о некоторых кварталах/лесничествах, выделённых как ЛГР, текущему положению дел «на местах» - в некоторых случаях статус ЛГР переносился местными лесничествами с одних кварталов леса на другие без согласования с программой



выделения ЛГР, либо статус ЛГР отдельными кварталами был утрачен из-за лесных пожаров или в связи с хозяйственной деятельностью человека (Лебедев и др., 2011). Актуальным для Свердловской области примером, имевшим широкий общественный резонанс, может служить незаконная вырубка насаждений генетического резервата на территории Первоуральского городского округа, в т.ч. на территории ГКУ «Билимбаевское лесничество». Прокуратура области начала проверку в лесничестве только после того, как были написаны письма в адрес генпрокурора России. Всего с 2009 года 2013 г. в ОМВД России по Первоуральску подано множество заявлений, указывающих на возможную незаконную рубку леса, по каждому поданному заявлению получен отказ в возбуждении уголовного дела. (Первоуральцы требуют..., 2013).

- В Кировской области обследование части территорий сосновых ЛГР показало, что во всех спелых и перестойных насаждениях происходит интенсивное отмирание деревьев, поражённых сосновой губкой и раком-серянкой. Отмечено проведение подсочки на территории ЛГР. Отмечено, что в связи с наличием густого подлеска липы подрост сосны отсутствует, идёт интенсивная смена сосны елью. Отмечается необходимость проведения рубок обновления перестойных саморазрушающихся древостоев (Лебедев А., 2011).

- В Костромской области проведенное в 2010-2012 г. обследование ЛГР осины исполинской выявило нарушения - самовольные рубки ряда участков (Зонтиков и др., 2013; Рыжова, 2014).

- В республике Адыгея в верхнем ярусе ЛГР дуба начался процесс регенерации в связи с перестойностью насаждения и расстройством после хозяйственных мероприятий, связанных со стихийным бедствием – обледенением. В результате из 560 га ЛГР осталось 189 га (Алентьев, Никишина, 2011).

- Для Республики Коми отмечают слабую изученность внутривидовой изменчивости основных лесобразующих видов. Генетико-селекционные исследования в республике сдерживались, в основном, из-за низкого научного потенциала в лесном комплексе, отсутствия необходимых средств, а также труднодоступности многих весьма обширных лесных площадей. (Козубов, Дегтева, 1996).

- Исследователи ЛГР Республики Карелия отмечают, что недостаточное финансирование не позволяет провести работу по натурному обследованию выделенных резерватов. Поэтому новые, рекомендованные к выделению ЛГР до сих пор не получили аттестации (Ильинов, 1996).

- В Приморском крае как основная проблема для сохранения генофонда лесобразующих видов путём создания ЛГР – отмечается нехватка финансирования (Орехова и др., 2011).

- Для Томской области одной из основных проблем является необходимость провести селекционную инвентаризацию на большинстве лесных площадей, потенциально пригодных под выделение ЛГР, что связано с финансовыми и организационными трудностями (Данченко, Бех, 1996).

- в Красноярском крае практическая работа по сохранению генетических ресурсов проводится в очень ограниченном объеме и в основном сводится к отбору плюсовых деревьев. Среди проблем исследования лесных генетических ресурсов Сибири основными являются финансовые трудности. Значительным препятствием в деле сохранения лесных генетических ресурсов является также отсутствие интереса к этой работе со стороны практиков лесного хозяйства. Работники местных (районных) администраций очень неохотно визируют документы на выделение генетических резерватов, т.к. боятся потерять потенциальный доход от продажи леса (Милютин, 1996). На 2011 г. в связи с недостатком финансирования отрасли ЛГР как объекты ЕГСК без регулярных агротехнических и лесоводственных уходов теряют свое назначение и приходят в негодность (Лозицкая, Дыгало, Шапрун, 2011).

Б) На территории ближнего зарубежья:

- В Украине - проведенная спустя 10 лет после отбора ЛГР в регионе Украинских Карпат селекционная инвентаризация ЛГР для установления изменений их состояния и функциональных возможностей показала, что состояние резерватов некоторых видов несколько ухудшилось, что связано с влиянием климатических аномалий (особенно ветровалов), а также техногенного и антропогенных факторов. Полнота насаждений и общий запас древесины снизились у 40% резерватов ели, 25% - пихты, 36% сосны кедровой европейской. Ухудшению состояния этих лесов во многих случаях способствовали и неправильно проводимые санитарные рубки и рубки ухода (Яцык, 1996).

- В Литве - отмечается необходимость аттестации генетических объектов, чтобы дополнительно выделить новые ЛГР ряда видов. Для выполнения необходимого комплекса мероприятий не хватает современного оборудования, финансовых средств и высококвалифицированных научных сотрудников (Габрилавичюс, Данусявичюс, 1996, Gabrilavicius and Danusevicius, 1996).

- В Молдове - осуществлена селекционная инвентаризация около 40% наиболее ценных насаждений дуба черешчатого, дуба скального и дуба пушистого, создан ряд ЛГР. Сотрудники Института ботаники и других учреждений Молдовы отмечают, что, к сожалению, ресурсы выделенные на тематику ЛГР незначительны и нет возможности для расширения этих работ (Постолаке, 1996)

- В Таджикистане – ЛГР не выделены, но частично их функции выполняет ряд «биосферных резерватов». К сожалению, наблюдаются массовые нарушения природоохранного

законодательства на всех уровнях, в т.ч. вырубка ценных насаждений лесообразующих видов (Пятый национальный доклад..., 2014).

Обобщая обзор проблематики выделения и сохранения ЛГР, мы можем сказать, что самой главной и труднорешаемой остается проблема финансирования научно-исследовательских работ, как на территории России, так и на территориях республик бывшего СССР (Габрилавичюс, Данусявичюс, 1996; Ильинов, 1996; Милютин, 1996; Постолаке, 1996; Лозицкая, Дыгало, Шапрун, 2011; Орехова и др., 2011; Gabrilavicius and Danusevicius, 1996). Также значительной проблемой в ряде регионов РФ и ближнем зарубежье является административное бездействие в природоохранной области, и даже противодействие переводу высокобонитетных лесных массивов в разряд ООПТ.

По итогам литературного обзора данного раздела нельзя не отметить, что подавляющее большинство имеющихся в свободном доступе источников информации о наличии ЛГР на территориях административных субъектов – не исследовательские публикации, а описательные и нормативные документы, а также ненаучные публицистические издания. Кроме того, лишь малая часть публикаций говорит о современном положении вещей, основную же часть информации следует считать относительно устаревшей. Тема ЛГР в значительной степени заброшена, данные по числу и площади резерватов в ряде случаев противоречивы и неупорядочены даже в пределах отдельных субъектов Российской Федерации.

## **1.2. Практические и юридические аспекты работы с генетическим материалом ЛГР**

### **1.2.1. Значимость для экономики страны сохранения генетического разнообразия лесообразующих видов**

Россия - самая крупная лесная держава мира, лесные ресурсы составляют 21% от всех лесов планеты и свыше 50% запасов хвойной древесины мира, при этом 75% её лесного фонда составляют леса Сибири, Урала и Дальнего Востока. Их экономическое значение, связанное с состоянием, продуктивностью и генетическим потенциалом популяций лесообразующих видов, огромно. Лесные генетические ресурсы – стратегические ресурсы и национальное богатство России (Кутышева, 2009).

Сегодня неразумные, неконтролируемые рубки и многочисленные лесные пожары безвозвратно уничтожили часть высокопродуктивных популяций основных лесообразующих видов Сибири и Дальнего Востока. Катастрофическое сокращение генофонда основных лесообразующих древесных видов в России, продолжающееся из-за кризиса в лесной отрасли страны, расточительное и потребительское отношение к лесным ресурсам наносит вред как экономике страны, так и её экологии и безопасности. По опыту других стран известно, что

затраты на лесную генетику и селекцию наиболее рентабельны по сравнению с затратами на другие виды работ в области лесоводства (Кутышева, 2009). Главная цель лесной селекции — повышение продуктивности лесных древесных видов, выращивание устойчивых насаждений, обладающих высоким качеством древесины. Иными словами — обеспечение работ по воспроизводству лесов семенами с улучшенными наследственными свойствами. Известно, что применение таких семян для лесовосстановления повышает продуктивность и качество лесов на 10–15%. В соседних Финляндии и Швеции лесовосстановительные работы полностью обеспечены семенами с улучшенными наследственными свойствами, и даже при высокой себестоимости селекционный посадочный материал пользуется устойчивым спросом. В России как недостаточное внимание к созданию и развитию лесосеменных объектов, так и устаревшие технологии сбора, переработки и хранения лесосеменного сырья и семян не позволяют эффективно использовать имеющиеся силы и средства. А низкая стоимость «улучшенных» лесных семян не способствует развитию лесной селекции (Кутышева, 2009). В Европе рыночные механизмы, действующие в лесном секторе в течение многих десятилетий, сформировали совершенно иное отношение к семенам лесных растений: с одной стороны - как к товару, имеющему высокую цену, с другой - как к биологическому объекту, во многом определяющему качество посадочного материала, продуктивность и качество создаваемых насаждений. При этом частный лесовладелец, в отличие от работника лесного хозяйства России, лично заинтересован в увеличении продуктивности лесов, передаваемых своим детям. В результате указанных различий цена одного килограмма семян мелкохвойных пород, заготовленных на лесосеменной плантации, составляет в Российской Федерации – около 100 долларов США, в Швеции – 2-3 тысячи долларов США. Ни по одному другому товару в лесном секторе экономик наших стран не наблюдаются столь разительные – 20-30 кратные отличия в цене (Проказин, Рутковский, 2007).

Лесовосстановление (создание лесов на землях, ранее занятых лесом) в России имеет длительные традиции: его история в стране насчитывает почти три столетия. Значительные площади новых лесов были созданы в южных районах страны – южной тайге, зоне умеренных лесов, лесостепи и степи. В 1844-1990 гг. почти 42 миллиона гектаров лесов было посажено и посеяно на территории Российской империи и бывшего Советского Союза. Максимальные площади лесовосстановления пришлось на 1960-1990 гг., когда 1,1-1,2 миллиона гектаров новых лесов создавалось ежегодно. Однако после 1990-х годов наблюдается значительное и устойчивое снижение площадей искусственного лесоразведения, а в настоящее время работы по лесоразведению в стране практически свернуты (Швиденко и др., 2007). Тем не менее, практические, экологические и экономические выгоды лесовосстановления, и, соответственно, селекции лесообразующих видов в нашей «лесной державе» столь высоки, что исключительная

востребованность генетических ресурсов лесообразующих древесных видов является делом времени.

В борьбе за сохранность генетических ресурсов видов-лесообразователей одним из приоритетных направлений является дальнейшее расширение сети особо охраняемых природных территорий и дополнительное выделение генетических резерватов основных лесообразующих видов, т.е. сохранение генофонда *in situ*. Но следует учитывать, что наличие юридически защищенных участков насаждений не может обеспечить их сохранности как от вспышек опасных вредителей, так и от ежегодных пожаров наблюдаемых в Сибири и на Дальнем Востоке. В связи с чем не менее важным направлением является сохранение генофонда *ex situ* – в виде долговременных банков семян, пыльцы, меристематических тканей древесных растений, регулярно пополняемых и обновляемых на материальной базе действующих ЛГР и других ООПТ. Это дает возможность сохранить ценный генетический материал, страхует его от утраты по причине стихийных бедствий и позволяет использовать по мере необходимости в течение длительного периода времени. Банки семян экономически ценных видов растений уже существуют как минимум в 152 странах мира (Тихонова, 1999 а,б), а на международном уровне сохранением генетических ресурсов ценных растений занимается специальная организация - FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Особые усилия предпринимаются для защиты генетических ресурсов коммерчески важных видов деревьев (Rogers, Ledig, 1996).

К сожалению, в России генетического банка лесных семян пока нет, но о его необходимости ведут речь ученые на протяжении уже 30 лет (Вепринцев, Ротт, 1980; Рутковский, Проказин, 1998; Орехова, 2009 и др.). «Национальная стратегия сохранения биоразнообразия России», наряду с другими проектами по сохранению биоразнообразия, в качестве приоритетных направлений также предусматривают создание как ООПТ, так и банков генетического материала как гарантов сохранения особо значимого генетического ресурса (Примак, 2002).

Вопросы о необходимости создания банка семян ценных древесных видов России неоднократно обсуждали на научных конференциях и международных симпозиумах. На международных совещаниях по сохранению лесных генетических ресурсов обсуждаются такие вопросы, как возросшая роль сибирской тайги в регуляции климата на планете, биосферная роль сибирских лесов в регуляции глобальных биогеохимических циклов, недостаточная изученностью генетической структуры популяций лесообразующих видов, особенно в зоне тайги, отсутствие систематических исследований по влиянию техногенного загрязнения, лесозексплуатации и глобального изменения климата на генетическую структуру насаждений, недостаточно эффективное узкоцелевое использование лесных генетических ресурсов, а также

актуальность дальнейшего синтеза традиционных и новейших молекулярно-генетических подходов в интенсификации процесса генетико-селекционного улучшения и охраны лесов.

В связи с этими вопросами были проведены целевые Международные совещания по сохранению лесных генетических ресурсов Сибири: в 2007 г. – в Барнауле, в 2009 г. – в Новосибирске, в 2011 г. в Красноярске (Международные совещания по сохранению...). В 2008 г. была проведена международная научно-практическая конференция "Лесная генетика, селекция и биотехнология в лесном хозяйстве" (г. Пушкино Московской области, 2008). По итогам совещаний были резюмированы накопившиеся проблемы и негативные тенденции в обсуждаемой сфере, и предложены пути выхода из нынешнего кризиса. В числе предложенных пунктов программы по разработке государственной системы мер сохранения лесных генетических ресурсов было предложено: разработать национальную программу сохранения и рационального использования лесных генетических ресурсов России, учитывающую мировой опыт в области лесной генетики, селекции и семеноводства; обеспечить выполнение Международных обязательств России по сохранению лесных генетических ресурсов (Конвенция по биоразнообразию, Монреальский процесс, Министерский процесс по лесам Европы, и др.); создать генетический банк семян, пыльцевых зерен и меристем основных лесообразующих видов древесных растений России.

Оптимальным решением для сохранения генофонда основных лесообразующих видов России было бы создание не только современного Федерального резервного фонда лесных семян, но также и Генетического банка семян древесных видов, который будет отражать как, в целом, биологическое разнообразие древесных видов, так и их популяционную структуру. Постановления правительства в области лесного семеноведения (Концепция федеральной программы ..., 2009-2020 г.г.) и решения Рослесхоза также вселяют надежду, что вопросы сохранения генофонда лесов России будут решены на государственном уровне.

На основании изложенных фактов можно сделать следующие обобщения:

1. Применение для лесовосстановления семян с улучшенными наследственными свойствами повышает продуктивность и качество лесов на 10–15%.
2. Отечественный подход к лесовосстановлению требует значительной оптимизации, что позволит значительно увеличить вклад лесного сектора в экономику страны.
3. Для борьбы за сохранность генетических ресурсов видов-лесообразователей приоритетны направления сохранения генофонда как *in situ* в рамках ООПТ, так и *ex situ* – в виде банков генетического материала.

## **1.2.2. Перспективы использования генетического материала ЛГР**

### **в рамках международного сотрудничества**

Главная цель ЛГР – сохранение генетических ресурсов основных лесообразующих видов в целях реализации устойчивого управления лесами, являющегося основой экономического развития лесного комплекса государства. На данный момент всё более очевиден как экономический, так и взаимосвязанный с ним научный интерес международного сообщества к лесным ресурсам РФ, генетически гораздо менее истощенным. Это позволяет обоснованно задумываться о перспективах взаимовыгодного сотрудничества.

Быстрая эволюция представлений о генетических ресурсах, технологических, правовых и экономических возможностях их использования, помноженные на растущее число участников этого процесса, не способствует упорядочиванию связанных с подобными ресурсами отношений в мировой науке и экономике. Поэтому сложности возникают даже на базовом уровне гармонизации технического языка специалистов. Однако, работа по их преодолению уже ведётся. Конкретным шагом в этой сфере является Международная конвенция о биоразнообразии, вступившая в действие в декабре 1993 г. и ратифицированная РФ в 1995 г. Согласно данному документу, который подписали более 180 стран, фиторесурсы государств, присоединившихся к конвенции, объявлены национальной собственностью.

Конвенция оптимизирует «правила игры», стихийно складывавшиеся в вопросах доступа к генетическим ресурсам на протяжении длительного времени, помогает уравнивать участников в правах и поставить процессы доступа к ресурсам и технологиям на службу таким целям конвенции, как сохранение и устойчивое использование биоразнообразия. В общей форме результат принятия Конвенции заключается в том, что в поле поиска конкретных оптимальных решений вводится набор согласованных всеми сторонами конвенции ориентиров. Контурно намечается также комплекс международных правовых норм, которые должны способствовать претворению этих ориентиров в жизнь (Калакуцкий, 2001).

Хотя Конвенция в значительной мере посвящена биоразнообразию, в её разделах, где говорится о доступе к ресурсам, речь неизменно идет о генетических (а не биологических) ресурсах. Генетические ресурсы трактуются как генетический материал, представляющий фактическую или потенциальную ценность. В свою очередь, генетический материал определяется как "любой материал растительного, животного, микробного или иного происхождения, содержащий функциональные единицы наследственности" (Калакуцкий, 2001). Из числа ныне действующих международных обязывающих соглашений именно Конвенция является наиболее полным документом в рассматриваемой области, учитывающим все виды генетических ресурсов и вероятные способы их практического (научного и коммерческого) применения.

Согласно ориентировочным расчетам, ежегодный оборот мирового рынка продуктов, имеющих то или иное отношение к генетическим ресурсам, характеризуется величиной порядка 500-800 млрд. долларов (Kate ten K., Laird S.A, 1999). При этом ясность в трактовке таких понятий, как "фактическая" и "потенциальная" "ценность" и "стоимость" генетических ресурсов пока отсутствует. Не проработан пока и вопрос надежной инвентаризации самих генетических ресурсов в целях оптимизации процессов доступа к ним и участия всех потенциальных партнеров в возможных выгодах от их использования (Калакуцкий, 2001).

Исходя из анализа различных аспектов доступа к ресурсам и технологиям (ст. Конвенции 15, 16, 19), в Конвенции формулируются положения о том, что "в силу признания суверенных прав государства на свои природные ресурсы право определять доступ к генетическим ресурсам принадлежит национальным правительствам и регулируется национальным законодательством", и что "доступ к генетическим ресурсам, в случае его предоставления, осуществляется на основе взаимно согласованных условий и предварительного информированного согласия" (Калакуцкий, 2001). В рамках Конвенции по биологическому разнообразию были заключены соглашения, в которых страны договорились делиться своими генетическими ресурсами в обмен на получение новых продуктов и части прибыли (Примак, 2002).

Несколько особняком стоит проблема легального статуса генетических ресурсов, собранных и поддерживаемых *ex situ* (банки семян, генетические банки, ботанические и зоологические сады и т.п.) в интересах частных лиц, общественных или государственных институтов. В двух последних случаях дифференцирующая трактовка понятий "собственность" и "фактическое право распоряжения", нередко привлекают формулу "ответственное управление". На данный момент Конвенция не является юридическим актом прямого действия. Это значит, что даже после ратификации конвенции страной обязанность следовать её рекомендациям не наступает автоматически для всех граждан (Калакуцкий, 2001). Поэтому преобладающее число взаимоотношений в рассматриваемой сфере материализуется сегодня на основе контрактных соглашений, основные достоинства и недостатки которых обобщены в отдельной работе «Sharing the Benefits from Use of Genetic Resources and Traditional Knowledge» (Bysfrom и др., 1999). Хотя пригодной на все случаи жизни формы контрактного соглашения не существует, уже предложен ряд полезных индикаторов (Report of the Panel of Experts on Access and Benefit-Sharing, 1999), с помощью которых можно оценивать как содержание соглашений о передаче генетических материалов, так и процесс предварительных переговоров. Той же цели служат и разрабатываемые в настоящее время с учетом духа и буквы Конвенции разнообразные кодексы и руководства (MOSAICC Project). Рекомендации этих документов пока не носят обязательного характера, но они детализируют ряд положений конвенции, которым



предлагается следовать в добровольном порядке и тем, кто передает генетические ресурсы, и тем, кто их приобретает. Пусть косвенно, подобные документы могут благоприятно влиять на обстановку переговоров и принятие решений (Калакуцкий, 2001).

Следует отметить также, что в соглашениях такого рода все чаще фигурируют неденежные формы компенсации за доступ к ресурсам, в том числе информационное обеспечение, дополнительное образование, соучастие в публикациях и заявках на патенты, лизинг или обеспечение научно-технической литературой, приборами, реактивами, методиками и т.д. Предоставление неденежных форм компенсаций может содействовать повышению научно-технического потенциала стороны, обладающей ресурсами, и тем самым материализации замысла "ресурсы в обмен на технологии" (Калакуцкий, 2001).

Резюмируя вышеизложенное, существуют явные перспективы взаимовыгодного сотрудничества в области обмена генетическим материалом экономически ценных видов. Связанные с подобными ресурсами отношения в мировой науке и экономике пока недостаточно упорядочены, но уже идёт поиск конкретных оптимальных решений и выработка международных правовых норм. Из числа действующих международных обязывающих соглашений наиболее полным документом в рассматриваемой области является международная Конвенция о биоразнообразии.

### **1.2.3 Законодательные основы доступа к генетическим ресурсам ЛГР России**

К очередной «Конференции сторон Конвенции о биологическом разнообразии» Департаментом охраны окружающей среды и экологической безопасности Министерства природных ресурсов РФ был подготовлен «Национальный доклад Российской Федерации по доступу к генетическим ресурсам и совместному использованию выгод», включающий в себя анализ ситуации в РФ и рекомендации по её оптимизации. Доклад был подготовлен при участии Министерства природных ресурсов РФ, Российской Академии Наук и Центра подготовки и реализации международных проектов технического содействия (Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия»). В подготовке доклада основную роль играли представители академической и прикладной науки, имеющие опыт решения отдельных проблем доступа к генетическим ресурсам и использования выгод.

По материалам доклада можно отметить следующие факты и тенденции в законодательной сфере Российской Федерации, касающиеся генетических ресурсов растений:

1. Владельцем генетических ресурсов, их полезных качеств и свойств выступает Государство, которое, согласно статье 72 Конституции РФ, при совместном ведении с субъектами РФ (регионами) решает вопросы «владения, пользования и распоряжения землёй, недрами, водными и другими природными ресурсами». Вопросами патентования и защитой прав

в связи с доступом к генетическим ресурсам и соучастием в выгодах от их использования занимается Российское агентство по патентам и товарным знакам и Министерство юстиции РФ.

2. Так как в стране ещё не создан Национальный координационный центр, проблемы национальной и внутренней политики в данной области решают Департамент охраны окружающей среды и экологической безопасности Министерства природных ресурсов и Департамент науки Министерства экономического развития и торговли Российской Федерации. Кроме того, традиционно сложилось, что в стране фундаментальные биологические исследования проводятся в институтах и научных центрах Российской Академии наук. Работы по селекции, сохранению разнообразия культурных растений и животных, регламентацией «доступа и соучастия» в аграрном секторе занимается Российская Академия сельскохозяйственных наук, а медицинскими аспектами проблемы – Российская Академия медицинских наук. Исследования генетических ресурсов проводятся также во многих учебных заведениях – университетах и институтах, отраслевых институтах Министерства сельского хозяйства, Министерства здравоохранения и Министерства природных ресурсов. Всего таких институтов, имеющих отношение к проблеме генетических ресурсов, на момент учета существует в России 128. Кроме этого, следует обратить внимание на формирование в последнее десятилетие в стране «малого бизнеса», ориентированного на использовании генетических ресурсов в таких сферах, как использование природного лекарственного сырья, промышленной микробиологии, селекционной работе с использованием «дикого» генетического материала, разведение для коммерческих целей животных и растений в питомниках, ботанических садах и зоопарках и др. ещё одной заинтересованной стороной, представляющей интересы государства в отношении доступа и соучастия в выгодах от использования генетических ресурсов выступают охраняемые природные территории федерального уровня – 100 заповедников, 35 национальных парков, заказники и памятники природы.

3. В России специальные механизмы реализации требований ст. 15 и 16 Конвенции (доступ к генетическим ресурсам, доступ к технологии и её передача) пока не разработаны. Россия делает только первые шаги в отношении выхода на международный рынок генетических ресурсов и использования полученных от этого доходов для целей сохранения национального биоразнообразия, и вопросы интеллектуальной собственности в отношении генетических ресурсов пока не рассматривались как специальные вопросы государственного права.

4. Права собственности на генетические ресурсы организмов, сохраняемых и разводимых *ex situ* (в коллекциях культур, банках семян, ботанических садах, питомниках и др.) устанавливаются через их владельца при нахождении *in situ*, а затем владельца организации, которая занимается разведением (поддержанием) ресурса в *ex situ*. Далее все решается

условиями контрактных соглашений между нынешним и будущим владельцем живого материала. К созданным «живым коллекциям», генетическим банкам и семенным фондам на коммерческой и безвозмездной основах должны иметь доступ все нуждающиеся.

5. Спорным остаётся вопрос о правах собственности на генетические ресурсы сельскохозяйственных и декоративных культурных растений и животных, часто находящихся в частной, кооперативной или корпоративной собственности. Биологический характер объектов, особенно их способность к размножению, позволяет определять владельца самой воспроизводящей единицы, так и владельца потомства, исходные и измененные «копии» - потомство. Но практика показывает, что даже при наличии соответствующих разделов в национальном законодательстве, данные отношения, в т.ч. передача прав собственности на генетические ресурсы, регулируются специальными контрактными соглашениями, предваряющими передачу биологических объектов с интересующими «покупателя» свойствами.

6. Во всех перечисленных случаях интеллектуальное право и обычное право находятся во взаимодействии, но требуется специальное нормативное обеспечение правоприменения, а главное - наличие юридической практики в данной области, а она пока отсутствует.

С точки зрения использования имеющегося потенциала национального права, часть проблем доступа и соучастия в обсуждаемой сфере регулируется следующими федеральными законами: Патентный закон, 1993; О ветеринарии, 1993; О селекционных достижениях, 1994; Об авторском праве и смежных правах, 1994; О государственном регулировании внешнеторговой деятельности, 1994; О животном мире, 1995; О науке и государственной научно-технической политике, 1996; Об участии в международном информационном обмене, 1996; О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности, 1996.

Данные нормативные акты вполне покрывают юридическое поле хранения, передачи, обмена и защиты формальных прав интеллектуальной собственности и, отчасти, традиционных знаний («Национальный доклад...», 2015). Тем не менее, перспективы развития полноценной законодательно-нормативной базы в данной области весьма отдаленные. Можно надеяться, что Россия сможет присоединиться к основным международным процессам в ближайшие годы.

Резюмируя: генетические ресурсы ЛГР, исходя из текущих положений законодательной базы, являются собственностью государства, оно же является и основным выгодополучателем. Вместе с тем, соучаствовать в выгодополучении могут и посредники, принимающие участие в разработках данных научных и практических направлений, а также держатели банков генетического материала.

#### **1.2.4. Сохранение генетических ресурсов ЛГР *ex situ***

Уже с середины 70-х гг. в международном научном сообществе стала понемногу набирать вес идея о глобальной консервации ценного генофонда животных и растений (опиравшаяся во многом на свежие, сенсационные достижения в молекулярной генетике) с целью сохранения их для потомков, и, при необходимости, будущей обратной интродукции в природу. К середине 80-х идея находит множество сторонников и оформляется более конкретно: 1975 г. в Пущинском научном центре состоялось первое совещание по консервации генетических ресурсов; параллельно - с 1974 года - ученые из Кью (Лондон), начали работать над тем, чтобы создать хранилище семян диких растений в их филиале в Уэйкхерст-Плейс, в Сассксе, где позднее около 12 тыс. образцов со всего мира были заложены на хранение при +5°C и -20°C. В то же время подобные хранилища создаются в Швейцарии и Испании (Мокроносов и др., 1994). В 1978 г. в Ашхабаде проходит XIV Генеральная ассамблея Международного союза охраны природы. На ней Питер Скотт (один из основателей Всемирного фонда дикой природы) предложил образовать рабочую группу по консервации генома под началом Б.Н. Вепринцева (Вепринцев, Ротт, 1978). Во многом с их подачи учеными СССР с начала 80-х гг. ведутся экспериментальные работы в области долговременного хранения генетического материала, для решения тех или иных задач привлекается около 30 различных институтов и учреждений. В 1976 г. при Всероссийском институте растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР) на Кубанской опытной станции появляется Национальное хранилище семян культурных растений и их диких сородичей. В Москве во ВНИИ охраны природы в 1982 г. В.Л. Тихонова начала создавать Банк семян редких и исчезающих видов, занесенных в Красную книгу СССР. В настоящему моменту эта коллекция сохранилась и выросла, семена хранятся в Главном ботаническом саду РАН при температурах +5°C и неглубоком замораживании (-10°C и -20°C). На модельных видах ведется мониторинг за изменением всхожести в процессе хранения (Тихонова, 1992, Tikhonova, Smirnov, 1997). До настоящего времени отечественные учёные активно продолжают проводить исследования способов хранения и рационального использования генетических материалов. Этим занимаются такие научные центры, как Всероссийский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР), Институт физиологии растений, Институт цитологии РАН, Главный ботанический сад РАН, Ботанический сад-институт ДВО РАН, Новосибирский институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН, и некоторые другие.

Коллекции генетических материалов используются современными учеными не только для селекции экономически ценных таксонов и сохранения уникальных генотипов растений. Они необходимы и для развития фундаментальных исследований по биологии растений, особенно в области физиологии, биохимии, цитологии и генетики, могут использоваться как

доноры в клеточной генной инженерии растений или получении тканей-продуцентов хозяйственно-ценных соединений для биотехнологических систем, в программах поддержания редких и исчезающих видов дикорастущих растений, восстановлении лесных массивов. На территории России, по данным «Национального доклада РФ по доступу к генетическим ресурсам», в настоящее время насчитывается более семидесяти ботанических садов и других интродукционных центров, вносящих вклад в сохранение генетического материала растений *ex-situ* и имеющих отношение к проблемам доступа и соучастия в выгодах.

Хранение генетического материала ЛГР на текущий момент наиболее рационально в виде семян: образцы семян занимают незначительный объем, требуют небольшого ухода, остаются жизнеспособными в течение долгого времени и пока гораздо доступнее альтернативных им образцов тканей как в технологиях хранения, так и в последующем использовании (Hawkes, 1990). По последним подсчетам BGC1 (Международный совет ботанических садов по охране растений) более чем в 200 садах мира налажено долговременное хранение семян (Международная программа..., 2000). Международным институтом генетических ресурсов растений (IPGRI) рекомендованы режимы хранения  $-4^{\circ}\text{C}$  и  $-18^{\circ}\text{C}$ , влажность ортодоксальных семян 7-8% (Laliberte, 1997). Международным советом ботанических садов по охране растений для хранения семян рекомендуются низкие положительные температуры  $+5^{\circ}\text{C}$  и неглубокое замораживание - до  $-20^{\circ}\text{C}$  (Botanic gardens..., 1987). Крайне перспективным, хотя и менее популярным в связи с высокими требованиями к уровню технического оснащения, способом сохранения генетических ресурсов растительного мира признано долговременное сохранение в криобанках, где в замороженном состоянии при температуре жидкого азота ( $-196^{\circ}\text{C}$ ) в виде семян или других органов хранится информация о структурном и функциональном разнообразии растений (Тихонова, 1999 а; Stanwood, 1985).

Обобщая данный раздел, можно отметить, что наиболее доступным и дешёвым из перечисленных способов сохранения генетических ресурсов растений признаны семенные банки для долговременного хранения семян растений при низких положительных температурах ( $+5^{\circ}\text{C}$ ) и неглубоком замораживании (до  $-20-25^{\circ}\text{C}$ ).

### **1.3 Современные подходы к изучению внутривидовой изменчивости лесобразующих видов на примере *Pinus sylvestris* L.**

Генетические резерваты, согласно «Положению о выделении..., 1982», являются «формой сохранения и поддержания генетического потенциала наиболее важных видов, подвидов, экотипов и отдельных популяций древесных пород». Такая формулировка приводит нас к вопросам как о критериях подлежащих сохранению генетических отличий внутри видового ареала, так и способах выявления этих отличий. Решения о пространственном

распределении и количестве ЛГР любого сохраняемого вида должны отталкиваться от понимания степени и роли его внутривидовой изменчивости.

Давно известно, что в пределах ареала одного вида существуют географические изменения признаков и свойств растений, подчиненные определенным закономерностям. Основные изменения происходят в направлениях с севера на юг, что связано с изменением фотопериода, влажности и температуры, и с запада на восток - с изменением континентальности климата (Правдин, 1964; Мамаев, 1973; Райт, 1978). В качестве примера возьмём сосну обыкновенную, как один из наиболее глубоко изученных модельных объектов и наиболее ценный в экономическо-лесоводственном отношении лесообразующий вид Свердловской области. Ещё с начала XX века проводились экспериментальные работы по изучению географической изменчивости сосны (Каппер, 1946, 1954; Правдин, 1964; Вересин, 1960, 1963, 1967, 1972). Исследования показали, что особенности роста, развития и жизнедеятельности у различных географических разновидностей наследственно закреплены (Елагин, 1974; Голиков, 1981). В частности, результаты почти восьмидесятилетних исследований в Европе, основывающихся на анализе потомств *Pinus sylvestris* на однородном экофоне по программе IUFRO, были обобщены в работе М. Гиртича и Д. Олексина (Giertych, Oleksyn, 1992). Главным выводом, следующим из этих и других региональных исследований (Правдин, 1964; Черепнин, 1970; Ирошников, 1977) сводится к тому, что культуры из местных или климатически и географически близких источников происхождения семян (т.н. провениенций) являются наиболее устойчивыми и продуктивными. Отдельное внимание в вопросах географически близких источников семян следует обратить на направление отечественных исследований, посвященное изучению так называемых «лесотипологических форм». В ходе ряда работ выявлена значительная фенотипическая и генетическая дифференциация природных ценопопуляций, географически смежных, но произрастающих в различных типах биогеоценозов (Вересин, 1963; Пихельгас, 1963, 1971; Поджарова, 1978; Ирошников, 1967, 1980; Седельникова, Муратова, 1991; Петрова, Санников, 1996, 2001; Санников, Петрова, 2003). Многие авторы, изучавшие *Pinus sylvestris*, подтверждают сохранение наследственных особенностей при перемещении из одних условий в другие, а также отмечают тот факт, что эти особенности проявляются в различной степени в зависимости от возраста и влияния новых условий среды (Обновленский, 1950; Правдин, 1964). И. Н. Патлаем отмечено, что при переносе в другие районы наследуются не только быстрота роста, но и устойчивость к неблагоприятным факторам, фенологические особенности роста, ряд морфологических признаков - размеры и масса хвои, цвет и величина семян, габитус кроны, очищение ствола от сучьев и др. (Патлай, 1974). В работе С. А. Мамаева (1973) показано, что

географическое происхождение семян отражается на росте и продуктивности первого поколения культур вплоть до возраста спелости.

В вопросах изучения внутривидовой изменчивости можно выделить два основных рабочих направления: «фенотипическое» и «генотипическое», имеющие своих сторонников и противников (Петров, 1990). Исходя из наличия своих достоинств у каждого из данных научных подходов, весьма взвешенным и разумным можно считать подход Джорджа Симпсона (1948), подчеркивавшего необходимость изучения как генотипа, так и фенотипа особей (Петров, Драгавцев, 1969; Санников, Петрова, 2003). С одной стороны, фенотипическое разнообразие полностью определяется и ограничивается генетическим разнообразием и является конечным продуктом деятельности генофонда (Шмальгаузен, 1968). С другой же стороны, фенотипические различия популяций растений могут быть в большей мере обусловлены не генетическими, а эколого-географическими факторами, влияние которых доказано работами множества исследователей (Синская, 1963 а,б; Роне, 1980; Жилиев, 2001; Петрова, 1994, 1998, 1999, 2001; Петрова, Санников, 1996, 2001, 2003; Turesson, 1922; Clausen et al., 1940, 1947; Myers, Bormann, 1963; Clausen, 1965; Jain, Brandshaw, 1966; Fryer, Ledig, 1972; Knowles, 1984).

### **1.3.1. Морфологический подход к изучению внутривидовой изменчивости на примере *Pinus sylvestris* L.**

Морфологический подход вплоть до последних десятилетий являлся основным в вопросах изучения структуры изменчивости, степени сходства и различий популяций древесных растений (Вересин, 1960; Дашкевич, 1961; Мишуков, 1966; Ирошников, 1967, 1974, 1977; Магомедмирзаев, 1968, 1972, 1977; Махнёв, 1969, 1987; Мамаев, 1970а, в, 1972, 1974; Мамаев, Попов, 1989; Милютин, 1982, 1988, 1991; Кузьмина, 1985; Данченко, 1990; Видякин, 1991 б, 1995, 1998; Чернодубов, 1992, 1994, 1998; Maley, Parker, 1989, 1993). Одними из главных причин подобной ситуации явились как недостаточность развития методов молекулярной генетики, так и затруднённость в ряде случаев прямого генетического анализа в связи с большой продолжительностью жизни древесных растений (Драгавцев, 1963). Использование методов фенотипического анализа на хвойных древесных растениях позволило накопить большое количество информации по эколого-географической вариабельности их количественных и качественных признаков (Правдин, 1964; Поджарова, 1968; Мамаев, 1972; Придня, 1974, 1975; Пугачев, 1991; Чернодубов, 1998; Langlet, 1936; Svoboda, 1953, 1988).

Фенотип в природных популяциях, как внешнее выражение количественного признака, является продуктом взаимодействия множества генов и факторов среды. Поэтому количественный анализ популяций в контексте изучения структуры изменчивости и норм

реагирования какого-либо признака можно считать вполне информативным, так как он представляет оценку гетерогенности по совокупности генов, а не по отдельному локусу (Глотов, 1983). Изучение внутривидовой изменчивости по дискретным вариациям признаков (фенам) легло в основу фенетического направления в популяционной экологии (Яблоков, 1976, 1980, 1982, 1987).

Фенотипические признаки традиционно подразделяют на лабильные (находящиеся в тесной зависимости от условий среды), т.е. модификационную изменчивость и относительно стабильные - как правило, это ряд признаков генеративных органов (Ушаков, 1957; Правдин, 1964; Мамаев, 1970 а, 1972, 1974; Мамаев, Сёмкина, 1977; Демиденко, Урусов, 1990; Видякин, 1991 а, б; Романовский, 1994; Корепанов, 1994; Чернодубов, 1994). В качестве фенотипических маркеров для выявления степени генетически обусловленной дифференциации пригодны лишь относительно стабильные признаки. Для древесных хвойных растений, и сосны обыкновенной в частности, таковыми являются форма поверхности семенной чешуи, форма шишки, цвет семян и некоторые другие (Правдин, 1964; Мамаев, 1972; Жаркова, 1974; Роне, 1980; Милютин, 1982, 1983, 1988; Путенихин, 1993, 2000; Попов, 1996, 1999 а, б; Видякин, 1991а, 2001).

Касательно актуальной для данной работы географической дифференциации, в настоящее время показана широкая клинальная географическая изменчивость в размерах и форме генеративных органов сосны обыкновенной в пределах всего её ареала в бывшем СССР (Правдин, 1964; Мамаев, 1972; Дворецкий, 1993; Путенихин, 2000), для ряда регионов выявлены локальные популяции и их группы, географические расы и эколого-морфологические экотипы (Крупеников, 1943; Шульга, 1974; Пугачев, 1991; Тренин и др., 1993; Корепанов, 1994; Романовский, 1994; Чернодубов, 1994, 1998; Ильинова, Тренин, 1998; Янбаев и др., 1998; Волкова, 2000). Кроме признаков генеративных органов, стабильными маркерами для выявления внутривидовой дифференциации сосны обыкновенной вне контекста генетических (изоферментных, кариологических и анализирующих ДНК) исследований могут являться и другие признаки, к примеру: число семядолей и сходящихся проводящих пучков гипокотилия (Ferre, 1954), некоторые признаки анатомического строения хвои (Мамаев, 1972). Также градиент изменчивости подтверждается экологическим анализом особенностей кривых прорастания семян на дифференцирующем фоне различной влажности субстрата (Санникова, 1975).

Одними из наиболее ключевых для нас работ по вопросам морфологического анализа внутривидовых таксонов у сосны обыкновенной являются исследования Л. Ф. Правдина и С. А. Мамаева (Правдин, 1964; Мамаев, 1970 а, б, в, 1972). Л. Ф. Правдин в своей монографии тщательно проанализировал изменчивость различных фенотипических признаков этого вида в пределах бывшего СССР и на этой основе дал следующую схему иерархии таксонов у сосны



обыкновенной: вид – подвид – климатэотип – популяция. Всего Л. Ф. Правдиным выделено пять подвидов сосны обыкновенной, которые по морфологическим критериям и приуроченности к определенному региону или типу местообитаний подразделяются на 21 климатический экотип.

Непосредственно для включающего объекты нашего исследования Уральского региона (а также для смежных зауральских провинций Западной Сибири) фундаментальное изучение фенотипической изменчивости древесных растений семейства Pinaceae выполнил С. А. Мамаев (1970 б, 1972). Он дал подразделение форм изменчивости, в настоящее время принятое большинством исследователей в СНГ: индивидуальная, половая, эндогенная, экологическая, географическая, гибридогенная, хронографическая. Им же впервые разработана шкала уровней изменчивости различных признаков по коэффициенту вариации. В пределах уральской части ареала С. А. Мамаев выделил пять крупных групп популяций сосны обыкновенной (предуральскую, зауральскую, горную южно-уральскую, западно-сибирскую и тобольско-тургайскую островную), в пределах которых насчитывается шестнадцать популяций (Мамаев, 1970 а, б, в). В конце прошлого столетия на основе классификации форм и уровней изменчивости С. А. Мамаева выполнена серия работ по изучению фенотипической изменчивости древесных растений (Шульга, 1972, 1974; Бударрагин, 1973, 1974; Мишуков, 1974; Правдин, 1975; Яцык, 1977; Поджарова, 1978; Семериков, 1986; Махнёв, 1987; Путенихин, 1990, 1993, 2000; Фарукшина, 1998).

Следует учитывать, что фенотипический анализ изменчивости древесных растений при значительном географическом разнесении выборок не даёт возможности выявлять положение границ природных популяций, позволяя лишь гипотетично намечать их в направлении сравнительно быстрого изменения (градиента) признаков (Санников, Петрова, 2003). В виду этого особый интерес представляют исследования фенотипической структуры популяций растений с помощью многомерных математико-статистических методов. В результате подобных исследований выявляется хорологическая дифференциация в пределах ареала и выделяются региональные группы популяций (Семериков, 1986; Чернодубов, 1990, 1992; Тренин и др., 1993; Санников, Петрова, 2003).

### **1.3.2. Генетический подход к изучению внутривидовой дифференциации на примере *Pinus sylvestris* L.**

Основными методами изменчивости в исследованиях генетической изменчивости на данный момент являются аллозимный анализ, кариологический анализ и рестрикционный анализ ДНК.

С помощью рестрикционного анализа ДНК выявлены степень генетической дифференциации гаплотипов, филогенетические взаимоотношения и степень дивергенции видов семейства Pinaceae, а также других семейств (Latta, Mitton. 1997, 1999; Waterman et al, 1998; Latta et al, 1998; Chaw et al., 2000; Wang et al., 1999, 2000). Наиболее широко этот метод применяется зарубежными исследователями, массовое применение данного метода пока затруднено из-за дефицита дорогостоящего оборудования и материалов.

Кариологические исследования сосны обыкновенной также довольно широко использовались для выявления уровней внутривидовой изменчивости и филогении данного вида (Правдин, 1964; Абатурова, 1978; Абатурова, Шершукова, 1981; Муратова, 1988, 1995; Муратова, Седельникова, 1993; Муратова и др., 1998). К примеру, цитогенетические исследования на Южном Урале подтвердили дифференциацию популяций сосны обыкновенной, установленную в результате изозимного анализа (Kalashnik, Starova, 1997). В целом же, на внутривидовом уровне кариологический метод всё же не обладает достаточной разрешающей способностью (Санников, Петрова, 2003).

Наиболее используемым, в том числе благодаря достаточной экономической доступности, и при этом эффективным методом изучения внутривидовой генетической дифференциации является исследование наследственного биохимического разнообразия - оценка полиморфизма генов по изменчивости кодируемых ими белков (Путенихин и др., 2004). Электрофоретический анализ изоферментов (он же изоферментный, изозимный или аллозимный анализ) начиная с семидесятых лет двадцатого века стал одним из наиболее распространённых методов изучения генофонда, и не потерял актуальности в наши дни, позволяя оперативно получать уникальную информацию о частотах аллелей и генотипов. Используя генетические расстояния Неи (Nei, 1987) или альтернативные методы, на основе данных аллозимного анализа есть возможность проследить филогенетические меж- и внутривидовые взаимоотношения, рассчитать в первом приближении для изучаемых популяций, их групп и подвидов время генетической дивергенции и закономерности генетической дифференциации.

Закономерным образом, к началу 90-х годов аллозимный анализ был использован в работах многих исследователей хвойных видов растений. В разных странах мира были получены данные о состоянии генетических ресурсов более чем 50 хвойных видов, включая точную информацию о частотах генотипов, истинном разнообразии аллелей, параметрах генетической изменчивости и сопутствующих параметрах (Шурхал и др, 1988; Крутовский и др., 1989, 1990; Гончаренко, Потенко, 1991 а, б; Гончаренко и др., 1993; Гончаренко, Падутов, 1995; Филиппова, Санников и др., 2006; Rudin et al., 1974; Bergmann, 1974, 1975; Hamrick et al., 1979; Knowles, Mitton, 1980; Yeh, El Kassaby, 1980; Conkle 1981; Guries, Ledig, 1982; Gullberg et

al., 1985; Mejnartowicz, Bergmann 1985; Yazdani et al., 1985; Ledig, 1986; Yeh et al., 1986; Schiller et al., 1986; Muller-Starck, Gregorius, 1986; Muona et al., 1987; Cheliak et al., 1988; Millar et al. 1988; Moran et al., 1988; Hawley and De Hayes 1994; Eriksson et al., 1994; Goncharenko et al., 1994; Edwards and Hamrick, 1995).

Конкретно для изучаемой в нашей работе сосны обыкновенной за последние десятилетия с помощью аллозимного анализа более или менее детально изучена географическая внутри- и межпопуляционная изменчивость аллельного состава изоферментов в различных частях широкого видového ареала (Петрова и др. 1989, 2000; 2013; Янбаев, 1989, 1998; Семериков В., 1992; Гончаренко и др., 1993, 1995; Семериков В. и др., 1993; Шигапов и др., 1995; Петрова, Санников, 1996, 2001; Санников и др., 1997; 2002; 2005; Янбаев и др., 1997; Филиппова, 2002; Филиппова, Санников и др., 2006; Rudin et al., 1974; Gullberg et al., 1985; Muona et al., 1987; Prus-glowacki et al., 1993; Szmidt, Wang, 1993; Prus-glowacki, Stephan, 1994; Zhelev et al., 1994).

### **1.3.3. Изучение внутривидовой изменчивости лесообразующих видов и организация лесных генетических резерватов**

Методика выделения генетических резерватов в 1982-1984 гг. базировалась на доступных в тот момент знаниях о генетико-популяционной структуре сохраняемых лесообразующих видов. Специфика вопроса требовала оперативного выделения территорий, но практической проверки (хотя бы выборочной и приблизительной) генетической специфичности непосредственно сохраняемых насаждений не проводилось. К сожалению, и в современных научных работах, посвященных тематике ЛГР, попытки практического сравнения особенностей генетической структуры лесообразующих видов с привлечением материалов ЛГР практически отсутствуют.

В качестве модельного вида в нашей работе фигурирует сосна обыкновенная – основной лесообразующий вид Свердловской области. Одними из наиболее значимых особенностей для данного объекта исследований являются: относительно единый на территории всей области ареал, предоставляющий мало возможностей для пространственной изоляции отдельных древостоев (Санников, Петрова, 2003; Филиппова и др., 2006), а также длительная история лесохозяйственной деятельности человека, серьезно повлиявшая на генетическую структуру насаждений области через селективные рубки и засаживание привнесённым семенным материалом.

Каждый метод анализа популяционной структуры имеет свои преимущества и недостатки, по причине чего использование нескольких взаимодополняющих методов позволяет получить более объективную картину текущего положения дел (Гришина, 1985). С

нашей точки зрения, наиболее доступным на текущий момент сочетанием методов для определения генетической структуры исследуемых выборок является совместное применение фенотипических маркеров, вычисляемое на основании которых обобщенное расстояние Махаланобиса ( $D^2$ ), по мнению многих авторов, коррелирует с генетическими расстояниями (Меницкий, 1966; Семериков, 1986; Санников, Петрова, 2003), и общепринятых методов изозимного анализа.

#### **1.4. Использование дистанционного спутникового мониторинга состояния лесных насаждений в Российской Федерации.**

Обеспеченность информацией о состоянии и динамике лесов планеты все ещё остается недостаточной и не отвечает современным требованиям устойчивого управления лесными ресурсами, охраны окружающей среды и исследований в области глобальных изменений биосферы и климата (Барталёв, 2007).

Для Российской Федерации необходимость осуществления мониторинга лесов на огромных территориях, особенности природно-географических условий и недостаточное развитие инфраструктуры ряда регионов побуждают рассматривать дистанционные (и в особенности спутниковые) наблюдения в качестве крайне значимого источника информации о состоянии и динамике лесов, что определяет актуальность развития и применения соответствующих методов обработки получаемых данных (Барталёв, 2007; Исаев и др., 2009; Мониторинг..., 2008).

Непосредственно для особо охраняемых природных территории Российской Федерации значимым фактором является то, что мониторинг состояния их экосистем ограничен строгим природоохранным режимом, определенным ст.6 Федерального закона «Об особо охраняемых природных территориях». В связи с этим для изучения различных экологических параметров, а также индикации состояния окружающей среды территорий с ограниченным режимом природопользования также актуальны и предпочтительны дистанционные методы исследования (Мельникова, Бурганова, 2013).

Среди традиционных задач, решаемых в лесном хозяйстве с использованием космических снимков, стоит изучение динамики границ лесных земель и степени нарушения непрерывности (фрагментации) лесного покрова, тематическое картографирование и инвентаризация лесов, контроль лесопользования и лесовосстановления на вырубках и гарях. С учетом многофункциональной ценности лесов идет постоянное совершенствование методов инвентаризации и мониторинга биоразнообразия лесов на основе космической информации (Исаев, Черненко, 2004).

Еще в начале 70-х годов XX века начали развиваться методы использования спутниковых данных для мониторинга лесов. В СССР, а затем в России, исследования в области использования данных спутниковых наблюдений в интересах лесного хозяйства и лесоведения позволили со временем обосновать перечень задач и структуру системы мониторинга лесов, а также разработать ряд методов и технологий (Барталёв, 2007).

Основу разрабатываемых методов обработки данных дистанционного мониторинга составляют теоретически и экспериментально устанавливаемые взаимосвязи между измеряемыми спутниковыми приборами спектрально-энергетическими параметрами отраженного или собственного излучения наблюдаемой поверхности и структурными, физиологическими, биофизическими и другими характеристиками лесов (Барталёв, 2007).

Практические исследования показывают, что на глобальном уровне использование методов дистанционного мониторинга обеспечивает практически недостижимое другими существующими средствами повышение уровня достоверности, оперативности и регулярности измерения ключевых характеристик состояния и динамики лесного покрова. Однако на более локальных уровнях для оперативного получения информации о состоянии лесов необходима многоуровневая система мониторинга, основанная на совместном использовании наземных и дистанционных наблюдений (Барталёв, 2007).

Хотя в настоящее время единая многоуровневая стандартизованная система мониторинга в лесных регионах России отсутствует (Копылов и др., 2009), методы дистанционного мониторинга (или зондирования) постепенно становятся неотъемлемой частью инвентаризации отечественных лесов, охраны лесов от пожаров и вредных насекомых, оценки лесопользования (Барталёв, 2007). Множество научных коллективов в ряде регионов разрабатывает и предлагает проекты мониторинга, основанные на использовании дистанционно получаемых данных.

Наиболее ярким примером можно считать созданную для работников лесного хозяйства базу данных лесопатологического мониторинга (ЛПМ) – систему наблюдений за динамикой лесного покрова, выявления возникающих нарушений и предупреждения их катастрофического развития. Для её организации в 2007 году начались работы по созданию системы дистанционного лесопатологического мониторинга, предназначенной для информационной поддержки региональных и федерального центров ФГУ «Рослесозащита». Информационная система дистанционного лесопатологического мониторинга призвана помочь в предупреждении, ликвидации и оценки ущерба, нанесенного лесному фонду из-за воздействия различных факторов. Одним из основных поставщиков данных в систему является информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров (ИСДМ-Рослесхоз) (Беляев и др., 2005). Система ИСДМ-Рослесхоз введена в промышленную эксплуатацию с 2005

года, обеспечивая своих пользователей официально регламентированными данными и базовыми информационными продуктами о пожарах, горях и повреждениях лесов (в т.ч. текущей горимости лесов, степени повреждения пройденных огнем лесных площадей). Кроме данных о пожарах и горях в базе данных накапливаются данные о повреждении насекомыми-вредителями леса, спутниковые данные среднего и высокого пространственного разрешения и их производные продукты (безоблачные композиты и др.) для всей территории России. Осуществление лесопатологического мониторинга сопряжено с наличием большого объема оперативного информационного обеспечения, основанного на разнородных данных наземных, авиационных и спутниковых наблюдений, а также современных методах их сбора, первичной обработки и тематического анализа. Используя весь набор данных, а также все возможности системы, можно осуществлять анализ состояния лесного фонда, проводить исследования и выявлять причины повреждения леса, а также предупреждать развитие чрезвычайных ситуаций при своевременном обнаружении (Беляев и др., 2005).

Для обеспечения устойчивого лесопользования с учетом многофункциональной ценности лесов дальнейшее совершенствование методов инвентаризации и мониторинга биоразнообразия древостоев на основе аэрокосмической информации безусловно актуально. Отечественными учёными активно разрабатываются технология и алгоритмы обработки спутниковых данных, а также рассматриваются вопросы, связанные с организацией работы пользователей системы дистанционного лесопатологического мониторинга: поиска и получения спутниковых данных и результатов их обработки, проведения анализа этих данных (Барталёв, 2005; Девятова, Ершов, 2005; Мониторинг..., 2008; Толпин и др., 2008; Черненкова, 2009).

Следует отметить, что при разработке отечественных систем мониторинга и баз данных в целях сопоставления данных и стандартизации подходов активно учитывается опыт международных программ по разработке системы индикаторов и критериев оценки биоразнообразия, масштабов и уровней оценки, вопросов гармонизации форматов данных и их обработки (Черненкова, 2009; Черненкова и др., 2009; The Montreal process..., 1995). Данные характеристики предназначены для использования в устойчивом управлении лесами, включая разработку оптимальных мер по сохранению необходимого уровня биоразнообразия территории (Национальный доклад..., 2003; Черненкова, 2009; BEAR: Indicators for monitoring..., 2001; The improved Pan-European indicators..., 2003).

Перспективными являются методы, применяющие разные направления получения пространственной информации о земной поверхности из космоса: как съёмку в видимом и инфракрасном диапазонах длин электромагнитных волн (оптико-электронные системы), так и съёмку в радиоволновом спектральном диапазоне (радарные системы). К примеру, в Сибири

отечественными учеными были проведены исследования по выявлению лесных гарей с помощью радиолокационных снимков (в том числе в комбинации с оптическими снимками), показавшие перспективность использования для мониторинга лесов радиолокационных снимков, так как последние не зависят от наличия облачности (Копылов, 2007; Хамедов, 2007).

На наиболее глобальном – всемирном - уровне в настоящее время идет реализация международного проекта CBVM (Circumboreal Vegetation Mapping) по созданию карты циркумбореальных лесов с нанесением на карту границы бореальной зоны лесов вокруг всего земного шара. Несмотря на то, что различные карты таёжного биома уже существуют, они не имеют единой классификационной основы и построены на разных принципах картографии растительности. Предполагается, что в результате реализации проекта CBVM будет создана первая детальная картой растительности всего глобального биома (М 1:7000000). Такая карта необходима для разнообразных целей, связанных с развитием ресурсов планеты: для планирования использования земли, сохранения биоразнообразия лесов, образования и прогнозов глобальных изменений (Черненкова, 2009). Отечественные ученые активно участвуют в этом проекте.

На локальных уровнях практический опыт использования спутниковых снимков показал свою неоспоримую ценность и эффективность не только для выявления значительных по площади лесопатологических явлений, но и позволяя выявлять злоупотребления в области лесопользования в масштабе точечных рубок.

Как показывает опыт непосредственно Свердловской области, на территориях лесничеств, охваченных дистанционным мониторингом, объем незаконно заготовленной древесины существенно снижается. По итогам 2012 года объемы неправомерной вырубki деревьев снижены по сравнению с аналогичным периодом 2011 года в шести из десяти обследованных лесничествах. При этом незаконное заготовление древесины на территориях Талицкого и Тугулымского лесничеств сократилась в два раза, на территории Шалинского лесничества - в десять раз.

Согласно данным Департамента информационной политики Губернатора Свердловской области от 15.01.2014 в 2014 году в рамках государственной инвентаризации лесов дистанционным космическим мониторингом планируется охватить территорию восьми лесничеств Свердловской области: Егоршинское, Ирбитское, Кушвинское, Новолялинское, Режевское, Талицкое и Шалинское. После расшифровки снимков, где зафиксированы нарушения, специалисты государственного лесного контроля и надзора Департамента лесного хозяйства Свердловской области оперативно выезжают на место для наземного обследования территории, после чего по всем подтвержденным случаям незаконной вырубki материалы незамедлительно направляются в правоохранительные органы для установления и наказания

виновных лиц (Новости Департамента..., 2014). Так как проблема сохранения биоразнообразия лесов имеет сейчас статус государственной (и реализуется, в частности, в рамках программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие и динамика генофондов»), можно порекомендовать присоединить всю сеть ООПТ программе спутникового контроля.

Кратко подытоживая изложенные факты, можно сказать следующее:

1. Дистанционное изучение облесенных территорий достаточно эффективно для первичного анализа ситуации и достаточно широко применяется как в отечественными, так и зарубежными исследователями.
2. Единая многоуровневая стандартизованная система мониторинга в лесных регионах России в настоящее время отсутствует, но ряд традиционных задач в отечественном лесном хозяйстве уже решается с использованием спутниковых снимков.
3. Существует успешный отечественный опыт контроля территорий отдельных лесничеств с помощью спутникового мониторинга на предмет выявления лесопатологических явлений и злоупотреблений в области лесопользования.



## **ГЛАВА 2. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

### **2.1. Общее физико-географическое местоположение**

Исследования генетических резерватов основных лесообразующих видов проводились на территории Свердловской области. Её площадь составляет 194,8 тыс. км<sup>2</sup>, из которых около 60% занято лесами. Область на карте имеет форму неправильного треугольника, северная вершина которого лежит почти на шестьдесят второй, а южная сторона проходит вдоль пятьдесят шестой параллели. Протяженность с севера на юг составляет более 600, а с запада на восток - более 450 км. Географическое положение области определяется координатами 56° - 61°58' с.ш. и 57°36' - 66°12' в.д. Область расположена на восточном склоне Уральского хребта Среднего и Северного Урала и на прилегающей к нему Западно-Сибирской низменности, крайняя юго-западная часть лежит на Уфимском плато (Колесников и др., 1974).

Граничит Свердловская область на юге - с Челябинской, Курганской областями и республикой Башкортостан, на западе - с Пермской, на северо-западе - с республикой Коми, на северо-востоке и востоке - с Тюменской областью.

### **2.2. Рельеф**

Рельеф Свердловской области, как и Урала в целом, представлен весьма разнообразными формами. В целом он характеризуется как низкогорный (Архипова, 1958; Ястребов, 1958; Колесников, 1974). Уральский хребет вытянут на протяжении более 2000 км почти строго в меридиональном направлении, высоты сравнительно небольшие (400-600 м). Склоны, как правило, имеют небольшую крутизну (90% из них не превышают 10°), и длину до нескольких километров.

Свердловскую область подразделяют по характеру рельефа на две основные части: западную горную и восточную равнинную (Прокаев, 1976; Атлас Свердловской области, 1997). Западная часть области представлена горными цепями и возвышенностями Среднего и Северного Урала, вытянутыми в близком к меридиональному направлению, (Горчаковский, 1953). Между западной и восточной частями находятся межгорные понижения и депрессии различной степени выраженности. Линия, разделяющая Средний и Северный Урал проходит по южному подножию Талайско-Конжаковского горного массива в истоках рек Лобвы и Ляли, где расположены самые высокие точки Свердловской области - горы Конжаковский (1569 м) и Косьвинский (1519 м) Камни (Колесников и др., 1974). К востоку сниженные грядово-увалистые предгорья Урала невысоким и слабозаметным на местности уступом переходят в

Зауральскую равнину, которая является частью Западно-Сибирской равнинной (низменной) физико-географической страны. Северная часть Зауральской равнины (севернее долины р. Туры) имеет почти идеально выровненный характер, сильно заболочена и заторфована; южная же более всхолмлена и дренирована (Колесников, 1969). Ландшафты Горного Урала с предгорьями занимают примерно одну четверть территории области, тогда как на равнинное Зауралье приходятся две трети её площади.

На гористой части территории Свердловской области явно выражена высотная поясность всех географических явлений, в том числе и лесного покрова, что делает намного сложнее нормальную широтную зональность (Горчаковский, 1953). В частности, в осевой горной полосе Урала северные типы лесных ландшафтов заходят гораздо южнее, чем в предгорьях и на прилегающих равнинах. В связи с этим многие широтно-зональные границы в Свердловской области языками спускаются к югу по Уралу, меняя нормальное широтное направление практически на меридиональное (Колесников и др., 1974).

### **2.3. Гидрология**

Речная сеть Свердловской области принадлежит к бассейнам рек Оби и Волги (Глушков и др., 1948). Самой полноводной и крупной рекой Обского бассейна является Тавда, образующаяся при слиянии рек Лозьвы и Сосьвы. Наиболее крупным из притоков Тавды считается Пелым. Также к рекам обского бассейна относят Исеть и Туру с притоками Салдой, Тагилом, Ницой, Пышмой. Все эти реки берут начало на восточном склоне или в восточных предгорьях Урала. К бассейну Волги относится лишь небольшое количество рек юго-западной части области. Наиболее значительными являются реки Уфа и Чусовая с притоком Сылва. Все крупные реки Свердловской области, кроме р. Пелым, являются горными. Также на территории области расположено большое количество озер. Они сосредоточены на восточных склонах Урала и в долинах рек Тавды, Туры и их притоков. Наиболее крупными озёрами в области являются Таватуй, Аятское, Исетское. Многие озера находятся в стадии зарастания и превращаются в торфяники. Заболоченность на севере области составляет 20-30%, на востоке доходит до 40%, на юге снижается до 9% (Горчаковский, 1953; Каммерих, 1968).

### **2.4. Климат**

Значительную роль в формировании климата всего Урала, и в частности Свердловской области, играет воздействие воздушных масс трех типов: атлантических влажных и прохладных, приходящих с запада; холодных и умеренно влажных полярных (арктических), поступающих с Северного Ледовитого океана вдоль Уральского хребта; теплых и сухих континентальных, проникающих со стороны равнин Казахстана. Значительная роль

принадлежит также циклонам, подходящим к Уралу преимущественно с запада и юго-запада (Агроклиматический справочник..., 1962).

Решающее влияние на климатический режим области оказывают барьерные роли Уральского хребта, отчасти Уфимского плато и Сылвенского кряжа. Их западные склоны задерживают продвигающиеся на восток влажные воздушные массы (как атлантического происхождения, так и циклонов), которые отдают им значительную часть переносимой влаги, что заметно повышает общую увлажненность предуральской части области и горной полосы самого Урала. В барьерной тени этих возвышенностей, на восточных склонах и далее в предгорьях увлажненность снижена и тем значительнее и на большее расстояние, чем выше абсолютные высоты возвышенностей (Кувшинова, 1968). Наиболее часто циклоны, приносящие на Урал морские массы воздуха с Атлантики, достигают средней части Урала в осенние месяцы и в первую половину зимы (Справочник по климату СССР, 1966). Зимой тип циркуляции развивается в условиях охлажденного континента и усиления контрастов температуры - между полюсом и экватором с одной стороны, и между океаном и континентом с другой. Летом в связи с прогреванием подстилающей поверхности и значительным испарением на Среднем Урале возрастает роль атмосферных конвекций; кроме того, в юго-восточном направлении идет вторжение холодных воздушных масс с Баренцева моря и полуострова Таймыр (Справочник по климату СССР, 1966).

В связи с этим климат всей западной части Свердловской области следует характеризовать как субконтинентальный, лишь к востоку, на Зауральской равнине он отчетливо континентальный (Колесников, 1969; Борисов, 1975). Характерными чертами климата данного региона являются холодная, продолжительная зима, тёплое, но сравнительно короткое лето, ранние осенние и поздние весенние заморозки (Молчанов, 1961).

Зима на Урале по классификации А. И. Кайгорова (1955) относится к холодной и умеренно холодной. Средняя температура января колеблется от  $-15^{\circ}\text{C}$  на юге до  $-18^{\circ}\text{C}$  на севере (Кувшинова, 1968). В отдельные дни морозы достигают  $-42^{\circ}\text{C}$  и  $-50^{\circ}\text{C}$ . В начале зимы, в течение ноября и декабря, идет интенсивное накопление снега, после чего рост высоты снежного покрова замедляется и уже в январе и феврале бывает незначительным. Максимальная высота снежного покрова отмечается в марте (Галахов, 1937).

Наступление весеннего периода обычно связывают с установлением средней суточной температуры воздуха выше  $0^{\circ}\text{C}$  и с последующим разрушением устойчивого снежного покрова. В первой декаде апреля среднесуточная температура переходит через нулевую отметку, а в третьей декаде через  $+5^{\circ}\text{C}$ , между ними во второй декаде сходит устойчивый снежный покров. Во второй декаде мая происходит переход среднесуточной температуры через  $+10^{\circ}\text{C}$ , однако до середины июня сохраняется опасность заморозков, интенсивность которых в отдельные

годы может достигать  $-9^{\circ}\text{C}$  и  $-12^{\circ}\text{C}$ . Следует отметить, что даты окончания и наступления морозов, а также продолжительность безморозного периода в значительной степени зависят от формы рельефа и широты местности: характерной особенностью климата Свердловской области, особенно горной полосы и восточных предгорий, являются температурные инверсии, приуроченные к многочисленным и разнообразным понижениям мезорельефа. Из-за застоя холодного воздуха, стекающего с повышенных элементов рельефа, понижения ("морозные ямы") имеют более короткие вегетационный и безморозный периоды (на 5-15 дней), более суровый и контрастный термический режим, повышенную влажность воздуха. И наоборот, наиболее мягкие термические условия складываются в средних частях склонов возвышенностей южных экспозиций, а также по окраинам уступов террас широких речных долин. Поэтому понижения являются каналами проникновения на юг бореальных (северных) типов и группировок растительности. На большей части территории области продолжительность безморозного периода составляет 125 дней, а на севере и в понижениях только 90 дней (Агроклиматический справочник, 1962). Анализ климата Свердловской области, позволяет отметить, что в разные годы сроки наступления и окончания вегетации могут отклоняться от средних. При этом диапазон отклонений может составлять до одного месяца. Однако, последнее отмечается редко (Кувшинова, 1968) и вероятность существенного сокращения срока вегетации не превышает 15%.

Начало лета связано с усиленной вегетацией растительности, обычно этот срок определяется для Урала с переходом средней суточной температуры через  $+15^{\circ}\text{C}$ . Согласно классификации А. И. Кайгородова (1955) для Урала характерно умеренно тёплое и тёплое лето. Самым тёплым месяцем года является июль (среднесуточная температура  $16-18^{\circ}\text{C}$ , и абсолютный максимум  $+38^{\circ}\text{C}$ ). Постепенное снижение температуры воздуха начинается с середины июля, и первые заморозки могут отмечаться в середине августа.

Начало осени характеризуется на большей части территории устойчивой ясной погодой. Осенью происходит постепенный переход к зимнему типу циркуляции с последующим установлением азиатского циклона. В конце октября - начале ноября выпадает первый снег, который, как правило, быстро тает, а примерно через полмесяца устанавливается устойчивый снежный покров.

Увлажнение территорий существенно отличается по сезонам и годам, но в целом на вершинах и склонах гор выпадает примерно 900 мм осадков. По мере удаления от хребта и продвижения к югу уменьшается количество осадков. В верховьях Пелыма и Лозьвы среднегодовое количество осадков составляет 500-950 мм, а в бассейне среднего течения Пышмы - снижается до 350-380 мм. Число дней с осадками в горах более 200, на равнинах от 150 до 135 (Агроклиматический справочник..., 1962).

## 2.5. Почвы

Почвы на территории Свердловской области весьма разнообразны, что обусловлено высокой дифференциацией климата, рельефа и почвообразующих пород. Здесь можно встретить все типы почв гумидного и частично субаридного поясов: от горно-тундровых, горно-луговых субальпийских, горно-подзолистых и кислых слабоподзолистых северо-таёжных до бурых горно-лесных, горных и нормальных (равнинных) серых лесных: выщелоченных и оподзоленных черноземов, лугово-черноземных почв, а в лесостепных районах - даже солонцеватые и солонцы (Иванова, 1954; Каменский, 1955, 1957; Фирсова, 1969, 1977, 1979; Колесников и др., 1974). Распределение генетических типов почв в пределах гор подчинено в первую очередь высотной поясности, на равнинах оно обусловлено широтной зональностью.

В лесах преобладают подзолистые и дерново-подзолистые средне- и южнотаёжные почвы; для подзоны смешанных широколиственно-хвойных, частично южнотаёжных лесов характерны специфические бурые горно-лесные почвы. В депрессиях и на равнинах обычны различные болотные почвы: перегнойно-торфяные, торфяно-глеевые, торфяные, лугово-болотные. В горных и предгорных районах распространены примитивно-аккумулятивные (фрагментные) мелкие скелетные почвы на отложениях плотных (материнских) пород, а вблизи верхней границы леса нередко встречаются каменистые россыпи, открытые или прикрытые сверху тонким слоем мхов и грубой торфянистой подстилки. По механическому составу в горных и предгорных районах преобладают лёгкие и средние суглинки, а в равнинных - средние и тяжёлые глины. Местами на Зауральской равнине встречаются и пески (долины рек Тавды, Пышмы и некоторых других). Почвы южной половины области склонны к задернению, а на севере распространены процессы заболачивания, накопления торфянистой подстилки и торфа (Ногина, 1948; Иванова, 1954; Фирсова, 1969; Фирсова, Ржанникова, 1972).

В пределах таёжной зоны изменение почвенного покрова подчиняется определенной закономерности: в подзоне северной тайги доминируют глеево-подзолистые, в подзоне средней тайги – подзолистые; в подзоне южной тайги - дерново-подзолистые почвы. В результате, с продвижением с севера на юг наблюдается улучшение свойств почвы. Почвы Зауральской равнины отличаются большой переувлажнённостью, что связано со слабой дренированностью. В равнинном Зауралье обширные площади заняты торфяниками мощностью до 6 м.

Статистически в Свердловской области наибольшее распространение (около 80%) имеют подзолистые, дерново-подзолистые, болотные и серые почвы суглинистого, глинистого, супесчаного и песчаного механического состава (Долгова, 1954; Лебедев, 1956; Богатырев, Ногина, 1962; Каменский, 1964; Погодина, Рогозов, 1968; Фирсова, 1969).

## **2.6. Растительность**

Видовой состав и распределение растительности Свердловской области находятся в зависимости от неоднородности рельефа и климата. Большая часть территории области относится к таёжной зоне, включает в себя подзоны северо-, средне- и южнотаёжных, смешанных хвойно-широколиственных и предлесостепных сосново-берёзовых лесов. Крайний юго-восток и юго-запад заняты лесостепью (Колесников и др., 1974).

На территории подзоны северной тайги леса довольно разрежены (сомкнутость крон 0,3-0,5), низкопроизводительны (IV-V классы бонитета). В пределах этой подзоны отмечается значительная заболоченность. На Зауральской равнине преобладают сосновые леса. Подлесок развит слабо (Горчаковский, 1953). Напочвенный покров представлен мхами и лишайниками. Травяно-кустарничковый покров по видовому составу относительно беден, преобладают болотные растения (голубика, багульник, морошка) (Прокаев, 1976). Леса занимают различные участки - от дренированных до заболоченных. В горной части области подзона северной тайги заходит далеко на юг.

Для подзоны средней тайги характерны более сомкнутые насаждения, в основном IV, реже III классов бонитета (Горчаковский, 1958). Весьма значительна заболоченность. В восточной части области преобладают сосняки, в западной - ельники. Подлесок редкий или средней густоты. По видовому составу живой напочвенный покров обильнее, чем в северной подзоне тайги, в его формировании роль травянистых растений намного выше.

Подзоны южной тайги характеризуется относительно высокопродуктивными лесами, преобладает древостой III, реже II классов бонитета, сомкнутость крон 0,7-0,9 (Прокаев, 1976). Состав лесообразующих видов разнообразен. На Зауральской равнине преобладают сосновые леса, темнохвойные значительно уступают им по площади. Подлесок хорошо выражен, с более разнообразным видовым составом кустарников, чем в средней подзоне тайги. Живой напочвенный покров обильный, хорошо развит, имеет высокую сомкнутость, высокорослый. Моховой покров развит слабее из-за подавления его травянистыми растениями. В целом для южной тайги наиболее характерны группы ассоциаций сложных дубравно-широколистных и разнотравных еловых, сосновых и производных от них берёзовых лесов.

На юге таёжной зоны ярко выражена подзона предлесостепных сосново-берёзовых лесов. Из-за антропогенных причин темнохвойные (пихтово-еловые) леса сведены до минимума, а в составе производных древостоев доминируют берёза и осина. Вдоль рек на песчаных наносах по-прежнему преобладают сосновые насаждения. Наиболее крупными сосновыми массивами являются Припышминские и Притобольские боры. Сосняки в данной зоне отличаются высокой производительностью (преобладают I и II классы бонитета), преобладающими ассоциациями являются сосняки зеленомошные и травяные.

Для подзоны смешанных широколиственно-хвойных лесов древостой представлен главным образом из хвойных видов - пихтой и елью, из широколиственных имеются клен остролистный, ильм, липа мелколистная и др. (Горчаковский, 1968). Живой напочвенный покров содержит примесь лугово-степных и степных растений. Антропогенные воздействия также нанесли значительный ущерб растительности данной зоны.

В горной части области состав растительности изменяется в зависимости от высотных отметок над уровнем моря. Наиболее возвышенные части хребтов Урала покрыты горно-тундровой и альпийской растительностью, древесная растительность практически отсутствует (Горчаковский, 1953). Узкая полоса, окаймляющая горные вершины, занята низкорослыми и редкоствольными еловыми, берёзовыми и лиственничными лесами. От высот 600-700 м вниз по склонам произрастают темнохвойные и сосновые леса (Горчаковский, 1968). Основными лесообразующими видами являются ель сибирская, сосна кедровая сибирская, сосна обыкновенная, лиственницы сибирская и Сукачева. Небольшими участками на фоне хвойных лесов выражены мелколиственные леса из берёзы и осины.

В целом Свердловская область - один из наиболее облесенных субъектов РФ (лесистость около 65%). Соотношение хвойных и широколиственных лесов составляет 60/40 (Колесников и др., 1974). Средняя полнота древостоев около 0,7. Значительное воздействие на лесной покров вблизи всех крупных городов с давних пор оказывают промышленное производство, деятельность подсобных хозяйств и садово-огородные комплексы, бытовые отходы урбанизированных территорий. Поэтому на юге и в центре области, особенно в промышленных и сельскохозяйственных районах распространены антропогенные ландшафты, урбанистические и сельскохозяйственные, а из лесных сообществ преобладают производные и условно-коренные леса. Первобытные коренные леса сохранились небольшими участками, преимущественно на заболоченных междуречьях. На севере области коренные леса распространены несколько шире, особенно в её горной части. В лесах всех типов под влиянием хозяйственной деятельности отчетливо выражена смена пород, что вызывает сокращение площади коренных и условно-коренных лесов с преобладанием в древостое хвойных пород и увеличение производных лиственных лесов - преимущественно берёзовых и осиновых (Колесников и др., 1974).

### **ГЛАВА 3. МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

#### **3.1. Лесоводственно-таксационное описание древостоя ЛГР**

##### **3.1.1. Методы лесоводственно-таксационного описания древостоя**

Согласно классификации Б.П. Колесникова территория Среднего Урала разделена на три лесорастительные области: Восточно-Европейская равнинная, Уральская горно-растительная и Западно-Сибирская (Колесников и др., 1974). В качестве основных таксонов установлены: лесорастительная область, лесорастительная зона и округ, а в качестве вспомогательных – подобласть, подзона, провинция, район и подрайон. В соответствии с этим, обследование ЛГР было проведено с таким расчетом, чтобы представить основные единицы таксонов лесорастительного районирования. Всего было обследовано 15 ЛГР. При изучении состояния древостоев использовался метод закладки круговых реласкопических площадок с помощью зеркального реласкопа В. Биттерлиха (Сукачев, 1972, Анучин, 1982, Сеннов, 2011). Количество круговых площадок устанавливалось равномерно по площади резервата, примерно через каждые 100 м, предпочтительно по трансекте «север-юг». В среднем на каждый ЛГР приходилось 6 площадок по одной или двум трансектам (в зависимости от площади и формы резервата). Проведены следующие виды работ:

**1. Таксационное обследование.** Характеристика древостоя изучалась путем закладки круговых реласкопических площадок с помощью зеркального реласкопа В. Биттерлиха (Bitterlich, 1975). Количество круговых площадок устанавливалось в зависимости от площади выдела, однородности древостоя и его относительной полноты. Площадки закладывались равномерно по площади выдела (участка). Определяли состав древостоя (а также наличие и состав подроста, подлеска), доминирующий ярус, высоту доминирующего яруса, основные элементы леса (соотношение древесных видов), средний возраст (с учетом высот, таблиц хода роста по региону, отбора кернов у модельных деревьев для определения возраста), «средние» высоты и диаметры, классы и группы возраста исследуемого древостоя, распределение насаждений по группам бонитета (по М. М. Орлову), тип леса (по Колесникову, 1961), полноту леса, запас (в дес. куб. м. на га). Всего на 90 пробных площадках проведена оценка 981 дерева (720 сосен, 168 берёз, 67 елей, 17 пихт, 9 осин), из них определение возраста по кернам проведено у 72 сосен. Авторский вклад в сбор и обработку материала – 60%.

**2. Обследование санитарного состояния.** Оценка степени повреждения древостоев от воздействия антропогенных факторов рекреации, аэротехногенного загрязнения и др., проводилась с использованием российских и зарубежных методик (Цветков и др., 1995;



Алексеев А., 1997). Все критерии сопоставимы и заложены в действующие директивные и нормативные документы (Временная методика..., 1986; Санитарные правила..., 1998; Manual..., 1986, 1994). Для характеристики жизненного состояния, или класса повреждения обычно принято выделять пять или шесть классов деревьев, каждому из которых присваивается свой балл (различие в том, что в шестибальной шкале сухой разделяется на свежий и старый), в нашем исследовании использовалась шестибальная шкала. Для каждого учётного дерева определялись: класс повреждения, дефолиация и дехромация кроны, срок жизни хвои.

Оценивали как индекс санитарного состояния насаждений по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния, так и индекс жизненного состояния по региональной шкале оценки жизненного состояния древостоя (Менщиков, 2001).

Авторский вклад в сбор и обработку материала – 60%.

**3. Геоботанические исследования.** Исследования проводились по стандартным методикам (Андреева, 2002): описание растительности на временных пробных площадках 25x25 м с указанием координат, положения в рельефе, типов почв, флористического состава каждого яруса с обилием и т.д. Особое внимание уделялось характеристике подроста лесобразующих пород: указывался видовой состав, обилие, жизненное состояние. Согласно В.С. Ипатову и Д.М. Мирину (2008), за густой подрост принимали более 10 тыс./га; а средний – 2,5-10 тыс./га. Отмечались признаки антропогенного воздействия на сообщества. Выявлялись редкие и исчезающие виды растений, включенные в Красную книгу Свердловской области (Красная книга..., 2008). В 15 ЛГР выполнено 77 геоботанических описаний, составлены списки видов, собран гербарий сосудистых растений (150 листов) и мхов (50 образцов).

Авторский вклад в сбор и обработку материала – 10%.

### **3.1.2. Выбор объектов лесоводственно-таксационного исследования**

В соответствии с Решением Исполкома Свердловской области Совета народных депутатов от 25.11.1988 г. № 444 и Положением о выделении ЛГР (Положение..., 1982) на территории Свердловской области выделено 111 ЛГР. Поскольку с момента утверждения данных нормативных правовых актов прошло более 20 лет, данные, содержащиеся в нем, устарели, и назрела необходимость проведения инвентаризации лесных генетических резерватов, с определением их современного состояния и комплекса мер для их сохранения.

Изучение состояния ЛГР Среднего Урала и их сохранность проводилась в пределах лесорастительных областей и лесорастительных округов (Колесников и др., 1974). Природные условия Среднего Урала благоприятны для лесной растительности, и почти вся территория относится к лесной зоне. Лишь на юго-западе и юго-востоке, где климат теплее и суше, лес сменяется лесостепью. В лесной зоне преобладают хвойные таёжные леса, представленные из-

за климатической дифференциации макросклонов Урала двумя барьерными формациями: темнохвойной и светлохвойной. На западном склоне и в горной полосе преобладают темнохвойные леса из ели и пихты, на восточном – доминируют сосновые леса. Согласно упомянутой классификации Б.П. Колесникова, обследование генетических резерватов было проведено с таким расчетом, чтобы представить основные единицы таксонов лесорастительного районирования. Всего было обследовано 15 ЛГР (Таблица 3.1, Рисунок 3.1).

**Таблица 3.1.** Распределение изученных ЛГР по типам лесорастительных условий Среднего Урала (по Б. П. Колесникову).

Название резервата	Лесорастительная область	Лесорастительная провинция	Лесорастительный округ
Красноуфимский №1 Красноуфимский №3	Восточно-Европейская равнинная	Уфимского плато	широколиственно-хвойных лесов
Красноуфимский №2 Артинский №2	Восточно-Европейская равнинная	Юрюзано-Сылвинская депрессия	северолесостепной
Билимбаевский №1 Билимбаевский №2	Уральская горная	Среднеуральская низкогорная	южнотаёжный
Кушвинский №3 Красноуральский №1	Западно-Сибирская равнинная	Зауральская холмисто-предгорная	южнотаёжный
Асбестовский №1 Суходожский №1 Свердловский №1	Западно-Сибирская равнинная	Зауральская холмисто-предгорная	сосново-берёзовых предлесостепных лесов
Каменск-Уральский №1 Каменск-Уральской №2	Западно-Сибирская равнинная	Зауральская холмисто-предгорная	северолесостепной
Верхотурский №1	Западно-Сибирская равнинная	Зауральская равнинная	южнотаёжный
Талицкий №1	Западно-Сибирская равнинная	Зауральская равнинная	сосново-берёзовых предлесостепных лесов

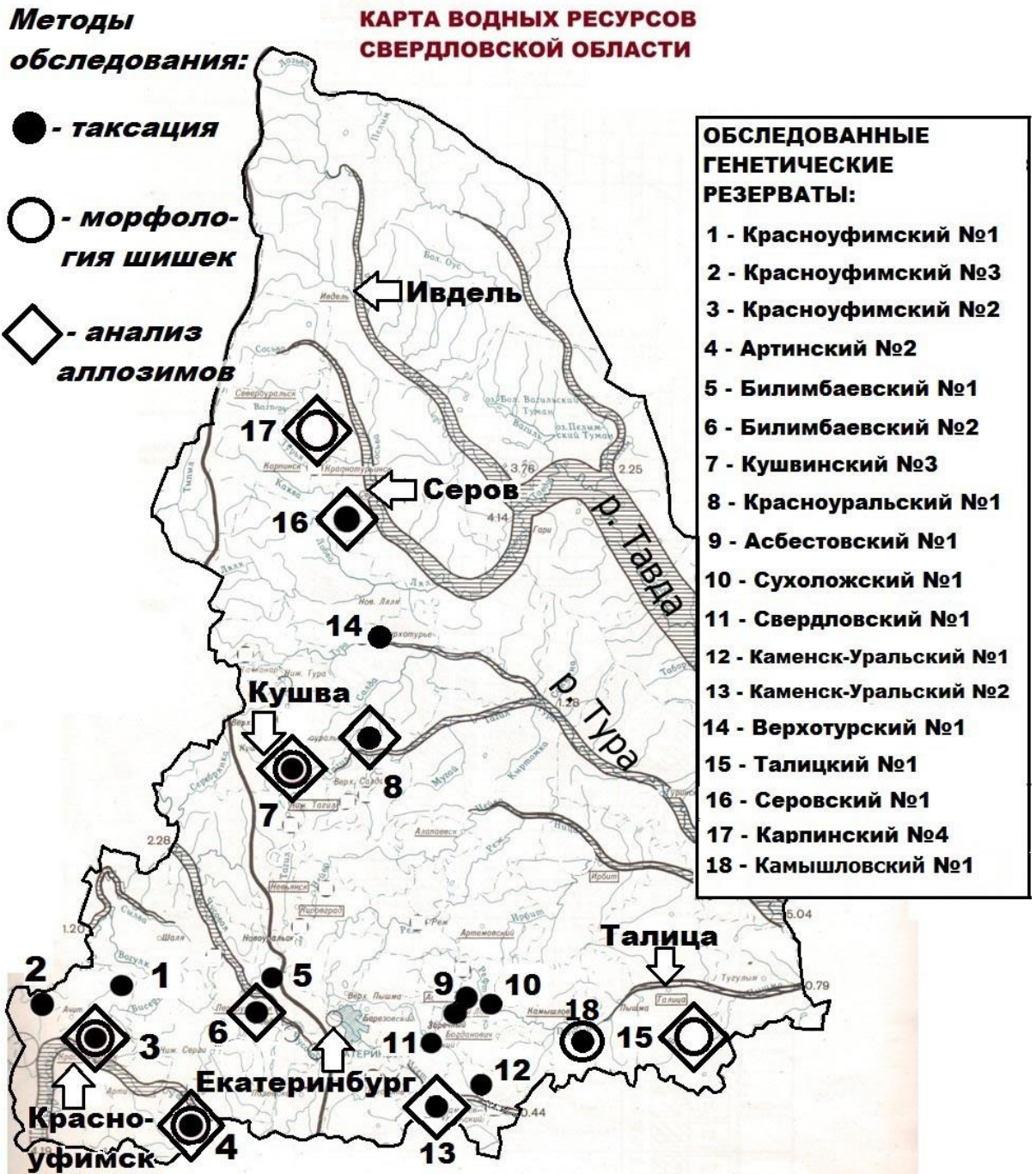


Рисунок 3.1. Обследованные лесные генетические резерваты

### 3.1.3. Распределение ЛГР по типам лесорастительных условий Среднего Урала

Натурное изучение состояния лесных генетических резерватов Среднего Урала и их сохранности проводилась в пределах лесорастительных областей и лесорастительных округов (Колесников и др., 1974). Природные условия Среднего Урала благоприятны для лесной растительности, и почти вся территория относится к лесной зоне. Лишь на юго-западе и юго-востоке, где климат теплее и суше, лес сменяется лесостепью. В лесной зоне преобладают хвойные таёжные леса, представленные из-за климатической дифференциации макросклонов Урала двумя барьерными формациями: темнохвойной и светлохвойной. На западном склоне и в

горной полосе преобладают темнохвойные леса из ели и пихты, на восточном – доминируют сосновые леса. Согласно упомянутой классификации Б.П.Колесникова, территория Среднего Урала разделена на три лесорастительные области: Восточно-Европейская равнинная, Уральская горно-растительная и Западно-Сибирская, в свою очередь подразделённые на восемь лесорастительных провинций и шесть подзон.

Всего на территории области выделен 21 лесорастительный округ, которые охватывают весь спектр лесорастительных условий. В соответствии с этим, обследование генетических резерватов было проведено с таким расчетом, чтобы по возможности представить основные единицы таксонов лесорастительного районирования. В ходе работ было обследовано натурно 15 генетических резерватов (Таблица 3.1).

Краткие характеристики районов исследований:

1) Наиболее северным резерватом из обследованных является Верхотурский ЛГР №1 (Западно-Сибирская равнинная область, Зауральская равнинная провинция), представляющий северную часть подзоны южной тайги.

Данный резерват расположен в западной, предгорной части области, имеющей характер всхолмленно-грядовой равнины, расчлененной многочисленными притоками Сосьвы и Туры. Реки горного характера, по берегам местами имеют скалистые обнажения. Поверхность сложена четвертичными (суглинки и глины) отложениями, подстилаемыми третичными опоками и глинами, в предгорьях местами уральскими горными породами более древнего возраста.

Климат умеренно холодный, влажный. Среднегодовая температура  $+0,8-0,2^{\circ}\text{C}$ , января -  $17^{\circ}\text{C}$ , июля  $+17^{\circ}\text{C}$ . Сумма положительных среднемесячных температур за май-сентябрь от  $1900^{\circ}\text{C}$  (на западе) до  $2100^{\circ}\text{C}$  (на востоке). Безморозный период 90-120 дней. Годовая сумма осадков 400-450 мм и более. Снеговой покров 40-50 см. Гидротермический коэффициент 1,2-1,6. Относительная влажность воздуха весной и летом может снижаться до 30-50%. В отдельные годы наблюдаются летние засухи и связанная с ними повышенная пожарная опасность. Пожароопасный период – с середины апреля до середины октября с максимумом в мае и отчасти в августе.

Почвенно-грунтовые условия: преобладают подзолистые почвы на суглинках и глинах, а на междуречьях оторфованные и болотные.

Леса преобладают среднетаёжные и южнотаёжные сосновые, а также производные от них берёзовые, реже осиновые.

2) Южнотаёжные леса представлены в средней части подзоны - Кушвинским ЛГР №3 и Красноуральским ЛГР №1 (Западно-Сибирская равнинная область, Зауральская холмисто-

предгорная провинция); на юге подзоны - Билимбаевским ЛГР №1 и Билимбаевским ЛГР №2 (Уральская горная область, Среднеуральская низкогорная провинция);

Местность в данной области преимущественно представляет собой расчленённое предгорье, образованное чередованием меридиональных возвышенностей и гряд с широкими межгорными вытянутыми понижениями, в которых расположены крупные озера (в основном тектонического происхождения), окруженные торфяниками. Абсолютные высоты от 350 до 150-100 м. Возвышенности имеют мягкие очертания, вершины их тупые и широкие, склоны - длинные и пологие. обнажения горных пород (преобладают зелено-каменные породы, прорванные массивами гранитов и эффузивов) редки, приурочены к вершинам возвышенностей. Речная сеть разветвленная.

Климат умеренно холодный, умеренно влажный. Среднегодовая температура около +1°C, января от -16°C до -17°C, июля +17°C. Сумма положительных среднесуточных температур за май-сентябрь до 2000°. Безморозный период 90-115 дней. Годовая сумма осадков 400 мм и более, гидротермический коэффициент 1,2-1,4. Снеговой покров 40-50 см. Отчетливо выражены температурные инверсии. В засушливые годы возможны летние засухи. Опасность поражения лесов пожарами довольно высока; леса горят часто и ежегодно, но выгораемость площади относительно мала (наибольшая в области плотность населения). Пожары начинаются со второй половины апреля и прекращаются в конце сентября, максимум возгораемости в мае.

Почвы преобладают дерново-подзолистые и средне-подзолистые, местами встречаются буроземовидные, в понижениях обычны также черноземовидные на глинах. Почвы склонов неглубокие, щебнистые, на делювии плотных горных пород. Нередка оглеенность нижних горизонтов. В понижениях часты торфянистые и торфяные почвы. Эрозионные явления выражены слабо. К востоку и юго-востоку появляются и серые лесные на суглинках.

Преобладают сосновые (зеленомошные и травянистые типы) леса и производные от них берёзовые, реже осинники.

3) Подзона широколиственно-хвойных лесов представлена Красноуфимским ЛГР №3 (область Восточно-Европейская равнинная, провинция Уфимского плато).

Резерват располагается на территории Уфимского Плато, в северо-восточной его части. Уфимское плато имеет вид плоской возвышенности (абсолютной высотой 400-500 м.), круто обрывающейся к долине р. Уфы и Юрюзано-Сылвенской депрессии. Рельеф низкогорный, расчленённый V-образными глубокими долинами на плосковерхие крутосклонные участки. Часты обнажения горных пород (доломиты, известняки, конгломераты).

Климат умеренно холодный, влажный. В связи с явлением «барьерного подножия» характерно высокое количество осадков (от 500-600 и более мм), повышенная и устойчивая относительная влажность воздуха и несколько сниженные среднегодовые (0,5-0°C) и летние

июльские (14-15°С) температуры. Опасность возникновения лесных пожаров невелика, но начало пожароопасного периода сдвинуто на первые числа мая и продолжается до середины октября, максимумы пожароопасности – в мае и в августе. Безморозный период 90-100 дней. Сумма положительных среднемесячных температур за май-сентябрь до 1700-1900°. Резко выражены явления температурной инверсии. Поверхностный сток велик и устойчив, реки многоводны. Снеговой покров 40-50 см.

Среди почвообразующих пород восточной части Уфимского плато преобладают известняки, глинистые сланцы, мергели. Местами выражены карстовые явления. Господствуют бурые и буроземовидные горно-лесные почвы, слабоподзолистые, часты серые горно-лесные и дерново-слабоподзолистые. Дренажность хорошая. Отчетливо выражены все формы водной эрозии почв.

Леса: в прошлом типичный лесной район, покрытый южнотаёжными хвойными лесами (сосна и ель). Сейчас обширные площади заняты хвойно-лиственными и сосновыми (вблизи долин рек и по окраинам Юрюзано-Сылвенской депрессии) лесами. Болот и заболоченных лесов мало, часты вторичные лесные луга (елани) на старых вырубках.

4) Асбестовский ЛГР №1, Сухоложский ЛГР №1 и Свердловский ЛГР №1 (подзона сосново-берёзовых предлесостепных лесов), а в 50 км южнее - Каменск-Уральский ЛГР №1 и Каменск-Уральский ЛГР №2 (подзона северной лесостепи) компактно располагаются на западной границе Зауральской холмисто-предгорной провинции, в Западно-Сибирской равнинной области.

Для данной местности характерен всхолмленно-увалистый характер, пересечённость логами и долинами мелких рек и ручьёв, частичная заболоченность; встречаются выходы на поверхность плотных горных пород, особенно по берегам рек и озёр.

Климат умеренно тёплый, умеренно влажный с холодным и засушливым летом. Среднегодовая температура 0,1-1,5°С, января до -17°С, июля до +19°С. Сумма положительных средних суточных температур за май-сентябрь 2000-3200°. Безморозный период 90-120 дней. Годовая сумма осадков 3000-450 мм, гидротермический коэффициент 1,1-1,0. Летом высока вероятность засушливой погоды и периодически повторяющихся засух. Пожароопасный период с 25 апреля по конец второй декады октября, максимум в мае (до 40% годового количества пожаров). Снеговой покров 20-30 см.

Преобладают тёмно-серые и серые лесные и дерново-подзолистые почвы на суглинках и глинах, частично пылеватых; встречаются буроземовидные. К югу по долинам рек усиливается участие лугово-чернозёмовидных, выщелоченных и оподзоленных чернозёмных почв. Нередки осолоделые почвы и солоды, в южной части появляются даже солонцы. Вдоль долин рек

местами небольшие массивы легкосуглинистых и супесчаных почв. В понижениях и на междуречьях нередки оглеенные торфянистые почвы, вплоть до торфяных.

Преобладают берёзовые и сосново-берёзовые леса, чистые сосновые встречаются только на супесях, торфяных болотах и выходах горных пород. Чаше других встречаются травяные типы леса, иногда с лугово-травяным разнотравьем и орляком.

5) Подзону сосново-берёзовых предлесостепных лесов также представляет Талицкий ЛГР №1 (область Западно-Сибирская равнинная, провинция Зауральская равнинная).

Резерват располагается в восточной части округа сосново-берёзовых лесов, прилежащего к долине среднего нижнего течения р. Пышмы и её междуречьям с Исетью и Турой. Преобладающий рельеф в данной местности – надпойменные террасы древней долины р. Пышмы и частично Туры (на междуречье Пышма-Тура). Цепи и гряды невысоких и плоских увалов разделены межувальными ложбинами древних водотоков, частично или полностью заболоченных. На плоских вершинах увалов, местами и в западинах, также болота. В долинах современных рек встречаются участки с дюнно-бугристым рельефом.

Климат - лесостепной с прохладным и засушливым летом. Среднегодовая температура от +1°С до 0°С, января от -16°С до -18°С, июля от +16°С до +19°С. Продолжительность вегетационного периода 160-170 дней, безморозного 90-120 дней. Годовая сумма осадков 350-400 мм (по годам колебания 280-650 мм). Минимум осадков и относительной влажности воздуха (40-50%) в мае и июне. Высока вероятность засушливой погоды летом и весной. Пожароопасный период - самый длинный в Свердловской области: с середины апреля по середину октября, максимум в мае (более 40% случаев в год), второй максимум в августе (не каждый год).

Из почв преобладают дерново-подзолистые, средне- и слабоподзолистые на песках и супесях, часто подстилаемых суглинками (двучленные наносы), и на пылеватых суглинках. В понижениях лугово-черноземовидные, подзолисто-глеевые, торфянистые и торфяные почвы, местами солоды.

Леса: в прошлом преобладание сосновых, вблизи болот – сосновых с елью и еловых лесов. В настоящее время 50-60% площади занято производными берёзовыми и сосново-берёзовыми лесами. Осоковые и сфагновые болота частично облесены (рямы и согры), по их окраинам частично сохранились ели и кедр (Бахметское болото).

б) Северолесостепную подзону на западе области представляли Красноуфимский ЛГР №1, Красноуфимский ЛГР №2 и Артинский ЛГР №2 (область Восточно-Европейская равнинная, провинция Юрюзано-Сылвинская депрессия).

Резерваты располагаются на территории Юрюзано-Сылвенской депрессии (абсолютные высоты 200-350 м). Рельеф увалисто-холмистый; пологие увалы разделены долинами

(ящикообразными), иногда с крутыми склонами. Широко развиты карбонатные породы и гипсы, местами выражены карстовые явления.

Климат умеренно континентальный, самый теплый и сухой в Свердловской области. Среднегодовая температура  $+1-2^{\circ}\text{C}$ , января около  $-16^{\circ}\text{C}$ , июля от  $+16^{\circ}\text{C}$  до  $+18,5^{\circ}\text{C}$ . Безморозный период 110-120 дней. Сумма положительных средних температур за май-сентябрь более  $2000^{\circ}$ . Годовая сумма осадков 420-500 мм. Снеговой покров до 50-60 см. Испаряемость высока и летом влаги не хватает. Гидротермический коэффициент около 1,0. На облесенных окраинах района опасность поражения лесов пожарами относительно невелика, но начало пожароопасного периода сдвинуто на первые числа мая и продолжается до середины октября, максимумы пожароопасности – в мае и августе.

В почвенном покрове преобладают оподзоленные и выщелоченные чернозёмы, тёмно-серые (под сельскохозяйственными угодьями) и светло-серые почвы (под лесной растительностью); часты бурозёмовидные и дерново-подзолистые, местами солоди и лугово-чернозёмовидные почвы. Отчётливо выражена плоскостная и местами овражная эрозия почв.

Леса представлены относительно небольшими берёзовыми и сосново-берёзовыми массивами; практически все леса производные и частично остепнены.

### **3.2. Методы морфологического анализа шишек и семян**

В качестве фенотипических маркеров использовались наиболее стабильные качественные и количественные признаки генеративных органов, которые широко используются для изучения внутривидовой изменчивости хвойных видов (Дылис, 1948; Правдин, 1964; Милютин, 1982, 1988; Путенихин, 1993, 2000; Видякин, 2001).

Использовался набор из 41 морфологического признака: 38 количественных (из них 13 относительных) и 3 качественных, по Л. Ф. Правдину (1964) и В. П. Путенихину (1993), проанализированных с помощью методов дискриминантного, дисперсионного и кластерного анализа (Таблица 3.2).

Для выявления степени сходства и различия между популяциями по комплексу количественных признаков использовалось обобщенное расстояние Махаланобиса ( $D^2$ ), которое по мнению многих авторов коррелирует с генетическими расстояниями (Меницкий, 1966; Семериков, 1986; Санников, Петрова, 2003; Cubero, 1973; Lee et al., 1973). Расстояние Махаланобиса определялось между всеми изучавшимися выборками. Статистический анализ проводился на базе программы Statistica 8.0.



**Таблица 3.2.** Исследованные признаки шишек и семян сосны обыкновенной

<b>Признак</b>	<b>Обозначение</b>	<b>Характер признака</b>
1	2	3
Масса, г.	1-М	количественный
Длина закрытой шишки, мм	2-Дш	количественный
Ширина закрытой шишки, мм	3-Шз	количественный
Ширина раскрытой шишки, мм	4-Шр	количественный
Длина задней части апофиза, мм	5-ДзАп	количественный
Длина передней части апофиза, мм	6-ДпАп	количественный
Ширина апофиза, мм	7-ШАп	количественный
Высота апофиза, мм	8-ВАп	количественный
Длина основания апофиза, мм	9-ДоАп	количественный
Длина семян с крылаткой, мм	10-Дск	количественный
Длина семени, мм	11-Дс	количественный
Длина крылатки, мм	12-Дк	количественный
Ширина семени, мм	13-Шс	количественный
Ширина крылатки, мм	14-Шк	количественный
Длина от основания до самого широкого места шишки, мм	15-Дм	количественный
Длина наиболее крупной чешуи при основании, мм	16-Дчо	количественный
Ширина наиболее крупной чешуи при основании, мм	17-Шчо	количественный
Длина наиболее крупной чешуи из самого широкого места шишки, мм	Дч-18	количественный
Ширина наиболее крупной чешуи из наиболее широкого места шишки, мм	19-Шч	количественный
Относительная длина шишки	20-Дм/Дш	относительный

Продолжение Таблицы 3.2

1	2	3
Относительная ширина закрытой шишки	21-Шз/Дш	относительный
Относительная ширина раскрытой шишки	22-Шр/Дш	относительный
Относительная ширина чешуи при основании	23-Шчо/Дчо	относительный
Относительная ширина чешуи из наиболее широкого места шишки	24-Шч/Дч	относительный
Относительная ширина семени	25-Шс/Дс	относительный
Высота апофиза / ширина апофиза	26-ВАп/ШАп	Относительный
Длина передней части апофиза / ширина апофиза	27-ДпАп/ШАп	Относительный
Ширина апофиза/дл. передней части апофиза	28-ШАп/ДпАп	Относительный
Дл. передней/дл. задней части апофиза	29-ДпАп/ДзАп	Относительный
Ширина сем. кр. /длина сем. крылышка	30-Шк/Дк	Относительный
Общее число чешуй	31-ЧЧ	количественный, продуктивность
Семенных чешуй	32-ЧсЧ	количественный, продуктивность
Доля семенных чешуй	33-Чсч/Чч	относительный, продуктивность
Число семян в шишке	34-Сем	количественный, продуктивность
Спелых семян	35-СпелСем	количественный, продуктивность
Недоразвитых семян	36-НедСем	количественный, продуктивность
Пустых семян	37-ПустСем	количественный, продуктивность

Продолжение Таблицы 3.2

1	2	3
Доля спелых семян	38-СпелСем/Сем	относительный, продуктивность
Цвет шишки	39-ЦвШ	Качественный
Тип шишки по форме апофиза	40-Тип	Качественный
Цвет семян	41-ЦвСем	Качественный

В 9 выборках всего было исследовано 214 деревьев, анализировали по 5 шишек с каждого дерева (всего исследовано 1070 шишек), по 2 повторности всех измерений признаков чешуй и семян (каждый признак измерялся у 2 соответствующих чешуй и 2 семян для каждой шишки). Материал был собран со следующих пробных площадей (Рисунок № 3.1): Билимбаевский ЛГР №2 (Блб-2), Красноуфимский ЛГР №2 (Кр-Уф-2), Кушвинский ЛГР №3 (Куш-3), Салдинский ЛГР №1 (Слд-1), Каменск-Уральский ЛГР №2 (К-Ур-2), Серовский ЛГР №1 (Сер-1), Карпинский ЛГР №4 (Крп-4), Камышловский ЛГР №1 (Кмш-1), Артинский ЛГР №2 (Арти-2).

Авторский вклад в сбор и обработку материала – 100%.

### **3.3. Методы аллозимного анализа материала хвои и почек**

Электрофорез (в вертикальном блоке полиакриламидного геля), гистохимическое окрашивание и идентификацию ферментов проводились согласно общепринятой методике (Корочкин и др., 1977; Полозова, Духарев, 1984; Подогас и др., 1991; Семериков и др., 1991; Hertel, 1997). Анализ выполнен на основе идентификации 14 белковых локусов девяти кодирующих ферментных систем (adh-1, sk-1, sk-2, 6-pgd, fdh, gdh, dia-2, got-1, got-2, got-3, rpgm-1, rpgm-2, sod-1, sod-2). Для определения степени аллозимной дифференциации выборок использовались параметры генетических дистанций М. Неи (Nei M., 1972, 1978). Обработку результатов проводили с помощью пакетов программ BIOSYS (Swofford D.L. et al., 1981).

На основании общепринятых параметров ( $P$ ,  $A$ ,  $H_o$ ,  $H_e$ ) определяли уровень внутривидового полиморфизма. Используя F-статистики ( $F_{it}$ ,  $F_{st}$ ,  $F_{is}$ ) Райта (Wright S., 1978), определяли степень инбридинга и степень подразделённости популяций.

Проведен анализ материала хвои и почек 5 выборок ЛГР, каждая пробная площадь представлена 40-48 деревьями (40 – 60-летнего возраста) произрастающими на расстоянии не менее 50-100 метров друг от друга.

Генетический материал был собран на территориях следующих ЛГР:

- 1) Карпинский №4 (Карпинский лесхоз, Волчанское лесничество) – 48 образцов; Западно-Сибирская равнинная лесорастительная область, Зауральская холмисто-предгорная лесорастительная провинция, среднетаёжный лесорастительный округ.
- 2) Кушвинский №3 (Кушвинский лесхоз, Кушвинское лесничество) – 48 образцов; Западно-Сибирская равнинная лесорастительная область, Зауральская холмисто-предгорная лесорастительная провинция, южнотаёжный лесорастительный округ.
- 3) Артинский №2 (Артинский лесхоз, Поташкинское лесничество) – 41 образец; Восточно-Европейская лесорастительная область, лесорастительная провинция Юрюзано-Сылвенской депрессии, северолесостепной лесорастительный округ.
- 4) Красноуфимский №2 (Красноуфимский лесхоз, Красноуфимское лесничество) – 48 образцов; Восточно-Европейская лесорастительная область, лесорастительная провинция Юрюзано-Сылвенской депрессии, северолесостепной лесорастительный округ.
- 5) Талицкий №2 (Талицкий лесхоз, Боровское лесничество) – 48 образцов; Западно-Сибирская равнинная лесорастительная область, Зауральская равнинная лесорастительная провинция, лесорастительный округ сосново-берёзовых предлесостепных лесов.

Авторский вклад в сбор и обработку материала – 100%.

#### **3.4. Методика выявления всхожести семян**

Использовалась методика, описанная в «ГОСТ 13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести». Изучался материал, собранный на территории Красноуфимского ЛГР №2 в 2014 г. и хранившийся 2 года при температуре  $-18^{\circ}\text{C}$ . Обработано 3 повторности по 100 семян.

Авторский вклад в сбор и обработку материала – 100%.

#### **3.5. Методы работы со спутниковыми снимками**

Для поиска обозначенных GPS-метками (в системе координат WGS-84) территорий ЛГР использовалась специализированная программа SAS-Planet. Поиск информации проводился в следующих базах спутниковых снимков: «Google», «Yandex», «Yahoo», «Bing maps», «Navteq», «Nokia», «GeoHub», «Геопортал Роскосмоса», «Космоснимки (некоммерческая версия)». В рамках поставленных задач были проведены поиск и сохранение в базе данных снимков в разных степенях разрешения (в масштабах от 1:125000 до 1:7500), для сохранения использовался формат JPEG-2000. Отобрано и сохранено более 400 снимков 111 ЛГР с нанесенными GPS-метками границ. Анализ спутниковых снимков проводился в соответствии с авторскими методиками, описанными в главе 6: оценивались адекватность выделения границ

утверждёнными в официальной документации GPS-метками, нарушенность антропогенными воздействиями, географическая изолированность ЛГР от окружающих насаждений.

Авторский вклад в сбор и обработку материала – 100%.

### **3.6. Перевод информации в электронную форму**

По 15 обследованным ЛГР были собраны и переведены в электронную форму картографические материалы (для 15 описанных ЛГР – планшеты входящих в состав ЛГР кварталов; также получено более 200 листов лесоустройств и таксационных описаний по отдельным резерватам). Снимки планшетов всех изученных ЛГР обрабатывались и сводились в единые карты с помощью программы Photoshop. По каждому кварталу каждого из 15 обследованных резерватов найдены и переведены в табличную электронную форму (Excel), данные: последних лесоустройств (1998-2005 гг.) и лесоустройств 1983-1984 гг. Для каждого выдела каждого квартала 15 обследованных ЛГР описываются площадь, распределение древостоя по породам, основная возрастная группа древостоя, средние высоты и диаметры древостоя, полнота и продуктивность насаждений, для каждого резервата рассчитаны средние значения, суммарные значения и относительные доли по каждому параметру. Всего обработано более 600 листов А4.

Авторский вклад в сбор и обработку материала – 100%.

## **Глава 4. ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННОЕ И САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕЗЕРВАТОВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Ниже приведены конкретные результаты лесоводственно-таксационного обследования древостоев 15 ЛГР Свердловской области. Оценка показателей продуктивности проводили в сравнении с типичными для данного типа леса параметрами: классами бонитета, полнотой, запасом на 1 га (Колесников и др., 1974).

### **4.1. Уфимское плато, подзона широколиственно-хвойных лесов**

#### **Красноуфимский ЛГР № 1**

Генетический резерват находится на территории Афанасьевского участкового лесничества Красноуфимского государственного лесничества. Общая площадь резервата – 994,5 га. Сохраняемая порода – сосна обыкновенная. Бывшая категория защитности кварталов – лесопарковая часть зеленой зоны. Санитарное состояние древостоев: слабо-повреждённые насаждения (индекс санитарного состояния по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния - 1,42; индекс жизненного состояния по региональной шкале оценки жизненного состояния древостоя – 2,08). Часть территории резервата сдана в аренду.

Сравнение полученных лесоводственно-таксационных показателей Красноуфимского ЛГР №1 (Таблица 4.1) с их стандартными значениями для ведущего типа леса (III класс бонитета, полнота 0,6 – 0,7, запас древесины - около 260 м<sup>3</sup> на 1 га), позволяет говорить о продуктивности насаждений данного резервата значительно выше среднестатистической.

#### **Красноуфимский ЛГР № 3**

Генетический резерват расположен на территории Нижне-Иргинского участкового лесничества Красноуфимского государственного лесничества. Общая площадь резервата составляет 988,0 га. Сохраняемая порода - ель. Бывшая категория защитности кварталов – эксплуатационные леса местного потребления. Санитарное состояние древостоев: слабо-повреждённые насаждения (индекс санитарного состояния по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния - 1,56; индекс жизненного состояния по региональной шкале оценки жизненного состояния древостоя – 2,5). На территории резервата есть следы ветровала.

Сравнение полученных лесоводственно-таксационных показателей Красноуфимского ЛГР №3 (Таблица 4.1) с их стандартными значениями для ведущего типа леса (II-III класс бонитета, полнота 0,6 – 0,7, запас древесины - около 280 м<sup>3</sup> на 1 га), позволяет говорить о продуктивности насаждений данного резервата значительно выше среднестатистической.

Таблица 4.1. Результаты лесоводственно-таксационного обследования ЛГР

ЛГР	Состав древостоя	Тип леса	Классы бонитета	Классы возраста	Относительная полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га	Средние диаметры, см	Средние высоты, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Красноуфимский ЛГР №1	9С1Б-6С4Б	Сосняк-ельник травяно-зеленомошный	I-II	IV-VI	0,7-0,8	300 - 400	30-40	27-29
Красноуфимский ЛГР №3	9Е1П-6П4Е	Ельник травяно-зеленомошный	II-III	VI-VII	0,5-0,7	220 - 320	22-30	21-25
Красноуфимский ЛГР №2	9С1Е	Сосняк злаково-разнотравный	I-II	V-VI	0,6-0,7	360 - 440	28-36	25-30
Артинский ЛГР №2	10С-8С2Б	Сосняк злаково-разнотравный	I-II	V	0,7-0,8	340 - 420	30-34	26-29
Билимбаевский ЛГР №1	Сложный состав, преобладают С, Е, П, Б	Ельник-сосняк ягодниковый; сосняк ягодниковый	I-III	IV-VIII	0,7-0,8	250 - 400	24-40	24-29
Билимбаевский ЛГР №2	Сложный состав: преобладает С, также в составе Е, П, Б, Ос	Ельник-сосняк ягодниковый	I-II	VI-VII	0,7-0,9	200 - 500	28-40	27-29
Кушвинский ЛГР №3	Сложный состав: доминируют Б и С, также в составе Е, П, Ос	Ельник-сосняк травяной; ельник травяно-зеленомошный	II-III	IV-VII	0,7-0,8	220 - 320	22-30	23-26
Красноуральский ЛГР №1	Сложный состав: доминирует Б, также в составе от 1 до 4 ед. С, Е, Ос	Преобладают сосняки разнотравные; присутствуют леса разнотравно-злаковые берёзово-сосновые и осиново-берёзовые	II-III	VI-VIII	0,6-0,8	220 - 280	20-28	24-25

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Верхотурский ЛГР №1	Сложный состав: преобладает Б, также отмечено присутствие С, Е, П, К	Сосняк травяной	II	VI	0,7-0,8	200-260	18-24	19-23
Асбестовский ЛГР №1	9С1Б-6Б4С	Сосняк разнотравный, сосняк ягодниковый	II	IV-VII	0,6-0,8	250-400	20-36	21-28
Суходоложский ЛГР №1	10С-8С2Б	Сосняк разнотравный, сосняк ягодниковый	I-II	V-VI	0,8-1,0	350-500	32-40	23-30
Свердловский ЛГР №1	10С-5С5Б	Преобладают сосняк травяной, сосняк орляковый; встречается сосняк бруснично-черничный	I-II	VI-VIII	0,7-0,8	350-400	24-44	23-28
Талицкий ЛГР №1	10С-7С3Б	Преобладают сосняки: ягодниковый, черничный, орляковый;	II	VI	0,6	320-350	36-42	26-28
Каменск-Уральский ЛГР №1	10Б	Березняк разнотравный	II	0,7-0,8	230-270	20-26	21-24	10Б
Каменск-Уральский ЛГР №2	10С-7С3Б	Преобладают сосняки: злаково-разнотравные, орляковые	I	V-VI	0,7-0,9	350-480	24-36	26-28

Общая флористическая характеристика резерватов: типичные растительные сообщества этих резерватов – елово-сосновые и пихтово-еловые леса мелкотравные. Наряду с участием в древесном ярусе широколиственных пород (*Tilia cordata* Mill., *Ulmus glabra* Hunds.), значительна доля неморальных видов и в травянисто-кустарничковом ярусе, часть их относится к эндемичным (*Cicerbita uralensis* (Rouy) Beauverd.) и реликтовым (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott., *Asarum europaeum* L. и др.) элементам флоры. При этом доминирующая роль принадлежит бореальным видам, характерным темнохвойным лесам (*Oxalis asetosella* L.,



*Maianthemum bifolium* (L.) F.W.Schmidt и др.). На территории этих резерватов обнаружено 6 видов, внесенных в Красную книгу Свердловской области: *Digitalis grandiflora* Mill., *Epipactis helleborine* (L.) Crantz, *Cicerbita uralensis*, *Goodyera repens* (L.) R. Br., *Lilium pilosiusculum* (Freyn) Miscz, *Platanthera bifolia* (L.) Rich (Шавнин и др., 2014).

#### **4.2. Лесостепная часть Предуралья**

Исследования проводились в 2-х резерватах. Их растительность представлена сосновыми насаждениями разнотравных типов леса.

##### **Красноуфимский ЛГР № 2**

Резерват расположен в пределах Пригородного участкового лесничества Красноуфимского государственного лесничества. Общая площадь резервата составляет 972,0 га. Сохраняемая порода - сосна обыкновенная. Бывшая категория защитности кварталов – лесопарковая часть зеленой зоны. Санитарное состояние древостоев: слабо-повреждённые насаждения (индекс санитарного состояния по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния - 1,59; индекс жизненного состояния по региональной шкале оценки жизненного состояния древостоя – 2,24). Часть территории резервата сдана в аренду.

Сравнение полученных лесоводственно-таксационных показателей Красноуфимского ЛГР №2 (Таблица 4.3) с их стандартными значениями для ведущего типа леса (III класс бонитета, полнота 0,6 – 0,7 и ниже, запас древесины – до 350 м<sup>3</sup> на 1 га), позволяет говорить о продуктивности насаждений данного резервата существенно выше среднестатистической.

##### **Артинский ЛГР № 2**

Резерват расположен в пределах Поташкинского участкового лесничества Красноуфимского государственного лесничества. Площадь резервата составляет 980,0 га. Сохраняемая порода – сосна обыкновенная. Бывшая категория защитности кварталов – почвозащитные леса I группы, леса I группы. Санитарное состояние древостоев: слабо-повреждённые насаждения (индекс санитарного состояния по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния - 1,67; индекс жизненного состояния по региональной шкале оценки жизненного состояния древостоя – 2,29).

Сравнение полученных лесоводственно-таксационных показателей Артинского ЛГР №2 (Таблица 4.4) с их стандартными значениями для ведущего типа леса (III класс бонитета, полнота 0,6 – 0,7 и ниже, запас древесины – до 350 м<sup>3</sup> на 1 га), позволяет говорить о продуктивности насаждений данного резервата существенно выше среднестатистической.

Общая флористическая характеристика резерватов: в травянисто-кустарничковом ярусе данных ЛГР доминируют бореально-неморальные виды (*Rubus saxatilis* L., *Fragaria vesca* L., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth.) с незначительным участием неморальных (*Galium odorata*

(L.) Scop., *Viola mirabilis* L. и др.). В пределах этих резерватов при обследовании найдено 5 видов, внесенных в Красную книгу Свердловской области: *Digitalis grandiflora*, *Epipactis helleborine*, *Goodyera repens*, *Lilium pilosiusculum*, *Platanthera bifolia* (Шавнин и др., 2014). Данные ЛГР отличаются наибольшим видовым разнообразием, имеют сложный состав и структуру сообществ.

#### **4.3. Южная тайга низкогорий Среднего Урала**

Проведены обследования 2-х генетических резерватов. Типичные растительные сообщества резерватов – сосновые леса с пихтой и елью во 2 ярусе разнотравные, а также пихтово-еловые леса мелкотравные.

##### **Билимбаевский ЛГР № 1**

Генетический резерват расположен на территории Билимбаевского участкового лесничества Билимбаевского государственного лесничества. Площадь резервата составляет 1183,0 га. Сохраняемые породы: ель сибирская, сосна, берёзы пушистая и бородавчатая. Бывшая категория защитности кварталов – лесопарковая часть зеленой зоны. Санитарное состояние древостоев: фоновые, условно здоровые насаждения (индекс санитарного состояния по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния - 1,42; индекс жизненного состояния по региональной шкале оценки жизненного состояния древостоя – 2,23). На территории резервата есть следы ветровала.

Сравнение полученных лесоводственно-таксационных показателей Билимбаевского ЛГР №1 (Таблица 4.5) с их стандартными значениями для ведущего типа леса (III класс бонитета, полнота 0,6 – 0,8, запас древесины – до 300-350 м<sup>3</sup> на 1 га) позволяет говорить о полноценной продуктивности насаждений данного резервата.

##### **Билимбаевский ЛГР № 2**

Расположение генетического резервата – Подволошинское участковое лесничество Билимбаевского государственного лесничества. Площадь резервата составляет 529,8 га. Сохраняемая порода – сосна обыкновенная. Бывшая категория защитности кварталов – лесопарковая часть зеленой зоны. Санитарное состояние древостоев: фоновые, условно здоровые насаждения (индекс санитарного состояния по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния - 1,36; индекс жизненного состояния по региональной шкале оценки жизненного состояния древостоя – 2,19).

Сравнение полученных лесоводственно-таксационных показателей Билимбаевского ЛГР №2 (Таблица 4.6) с их стандартными значениями для ведущего типа леса (III класс бонитета, полнота 0,7 – 0,8, запас древесины – до 350 м<sup>3</sup> на 1 га) позволяет говорить о полноценной продуктивности насаждений данного резервата.

Общая флористическая характеристика резерватов: в травяно-кустарничковом ярусе заметную роль играют кустарнички и полукустарнички (*Vaccinium myrtillus* L., *Linnaea borealis* L. и др.), в связи с чем проективное покрытие неравномерно: в среднем 40-50%, в пятнах черники увеличивается до 80%. Доминантами являются *Oxalis asetosella*, *Maianthemum bifolium*, *Calamagrostis arundinacea*. Присутствуют охраняемые виды: *Goodyera repens*, *Lilium pilosiusculum*, *Cypripedium guttatum* Sw (Шавнин и др., 2014).

#### **4.4. Южная тайга Зауральской холмисто-предгорной провинции**

##### **Кушвинский ЛГР № 3**

Генетический резерват расположен на территории Кушвинского участкового лесничества Кушвинского государственного лесничества. Общая площадь резервата составляет 1003,8 га. Сохраняемые породы: ель сибирская, сосна, берёза пушистая. Бывшая категория защитности кварталов – лесопарковая часть зеленой зоны. Санитарное состояние древостоев: слабо-повреждённые насаждения (индекс санитарного состояния по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния – 2,08; индекс жизненного состояния по региональной шкале оценки жизненного состояния древостоя – 2,67).

Сравнение полученных лесоводственно-таксационных показателей Кушвинского ЛГР №3 (Таблица 4.7) с их стандартными значениями для ведущего типа леса (II-III класс бонитета, полнота 0,7 – 0,8, запас древесины – до 300 м<sup>3</sup> на 1 га) позволяет говорить о полноценной продуктивности насаждений данного резервата.

##### **Красноуральский ЛГР №1**

Генетический резерват расположен на территории Красноуральского участкового лесничества Кушвинского государственного лесничества. Общая площадь резервата составляет 873,0 га. Сохраняемые породы - берёзы бородатая и пушистая. Бывшая категория защитности кварталов – нерестоохранные полосы. Санитарное состояние древостоев: слабо-повреждённые насаждения (индекс санитарного состояния по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния - 1,58; индекс жизненного состояния по региональной шкале оценки жизненного состояния древостоя – 2,85).

Сравнение полученных лесоводственно-таксационных показателей Красноуральского ЛГР №1 (Таблица 4.8) с их стандартными значениями для ведущего типа леса (II-III класс бонитета, полнота 0,6 – 0,7, запас древесины – до 300 м<sup>3</sup> на 1 га) позволяет говорить о полноценной продуктивности насаждений данного резервата.

Общая флористическая характеристика резерватов: в травяно-кустарничковом ярусе доминируют виды таёжного мелкотравья: *Oxalis asetosella*, *Maianthemum bifolium*, а также *Calamagrostis arundinacea*. Охраняемых видов не выявлено. Растительность Красноуральского

ГР представлена берёзово-сосновыми и осиново-берёзовыми лесами разнотравно-злаковыми. В травяно-кустарничковом ярусе доминирует *Calamagrostis arundinacea* со значительной долей *Rubus saxatilis*, *Carex leporina* L., *Lathyrus gmelinii* Fritsch. Отмечен охраняемый вид *Lilium pilosiusculum* (Шавнин и др., 2014).

#### **4.5. Южная тайга Западно-Сибирской равнины**

##### **Верхотурский ЛГР № 1**

Генетический резерват расположен в пределах Верхотурского участкового лесничества Верхотурского государственного лесничества. Общая площадь его составляет 511,0 га. Сохраняемые породы - берёзы бородачатая и пушистая. Бывшая категория защитности кварталов – лесопарковая часть зеленой зоны. Санитарное состояние древостоев: слабо-повреждённые насаждения (индекс санитарного состояния по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния - 1,59; индекс жизненного состояния по региональной шкале оценки жизненного состояния древостоя – 2,24).

Сравнение полученных лесоводственно-таксационных показателей Верхотурского ЛГР№1 (Таблица 4.9) с их стандартными значениями для ведущего типа леса (II-III класс бонитета, полнота 0,7 – 0,8, запас древесины – около 300 м<sup>3</sup> на 1 га) что с учетом наличия сопутствующих типов леса на территории резервата позволяет говорить о полноценной продуктивности насаждений данного резервата

Общая флористическая характеристика: в травяно-кустарничковом ярусе доминирует *Calamagrostis arundinacea*, в отдельных сообществах содоминантами выступают *Oxalis asetosella*, *Maianthemum bifolium*, *Pyrola rotundifolia* L. Охраняемых видов не выявлено (Шавнин и др., 2014).

#### **4.6. Зауральская холмисто-предгорная провинция**

На территории Зауральской холмисто-предгорной провинции в пределах распространения сосново-берёзовых предлесостепных лесов описано 3 генетических резервата.

##### **Асбестовский ЛГР № 1**

Генетический резерват расположен на территории Пригородного участкового лесничества Сухоложского государственного лесничества. Его площадь составляет 1333,0 га. Сохраняемая порода – сосна. Бывшая категория защитности кварталов – лесопарковая часть зеленой зоны. Санитарное состояние древостоев: слабо-повреждённые насаждения (индекс санитарного состояния по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния - 1,99; индекс жизненного состояния по региональной шкале оценки жизненного состояния древостоя – 2,58).

На территории резервата имеются следы низового пожара. Выявлено, что один квартал ЛГР в лесничестве заменили на другой без согласования с вышестоящими инстанциями. Официальная причина: часть квартала ЛГР выгорела и не может выполнять функцию резервата.

Сравнение полученных лесоводственно-таксационных показателей Асбестовского ЛГР№1 (Таблица 4.10) с их стандартными значениями для ведущих типов леса (II-III класс бонитета, полнота 0,6 – 0,7, запас древесины – до 300-420 м<sup>3</sup> на 1 га) позволяет говорить о полноценной продуктивности насаждений данного резервата.

#### **Сухоложский ЛГР № 1**

Генетический резерват расположен на территории Винокуровского участкового лесничества Сухоложского государственного лесничества. Общая площадь резервата составляет 1115,0 га. Сохраняемая порода – сосна. Бывшая категория защитности кварталов – запретные полосы (кв. 76,77), эксплуатационные леса. Санитарное состояние древостоев: слабо-повреждённые насаждения (индекс санитарного состояния по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния - 1,67; индекс жизненного состояния по региональной шкале оценки жизненного состояния древостоя – 2,27). На территории резервата имеются следы низового пожара и подсочки сосны.

Сравнение полученных лесоводственно-таксационных показателей Сухоложского ЛГР№1 (Таблица 4.11) с их стандартными значениями для ведущих типов леса (II-III класс бонитета, полнота 0,6 – 0,7, запас древесины – до 300-420 м<sup>3</sup> на 1 га) позволяет говорить о продуктивности насаждений данного резервата значительно выше среднестатистической (Колесников и др., 1974).

#### **Свердловский ЛГР № 1**

Генетический резерват расположен в пределах Пригородного участкового лесничества Свердловского государственного лесничества. Общая площадь его составляет 848,0 га. Сохраняемая порода – сосна. Бывшая категория защитности кварталов – лесопарковая часть зеленой зоны, памятник природы областного назначения. Санитарное состояние древостоев: слабо-повреждённые насаждения (индекс санитарного состояния по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния - 1,6; индекс жизненного состояния по региональной шкале оценки жизненного состояния древостоя – 2,26). На территории резервата имеются следы низового пожара, ветровала, подсочки.

Сравнение полученных лесоводственно-таксационных показателей Свердловского ЛГР№1 (Таблица 4.12) с их стандартными значениями для ведущих типов леса (I-II-III класс бонитета, полнота 0,6 – 0,7, запас древесины – от 300 до 420 м<sup>3</sup> на 1 га) позволяет говорить о полноценной продуктивности насаждений данного резервата.

Общая флористическая характеристика резерватов: типичные растительные сообщества описанных 3-х резерватов – сосновые с елью и лиственнично-сосновые зеленомошные и травяные леса. Древостой в них сложен *Pinus sylvestris* L. с участием *Betula pendula* Roth. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют *Calamagrostis arundinacea*, *Vaccinium vitis-idaea* L., *Fragaria vesca*, в отдельных сообществах содоминантами выступают *Aegopodium podagraria* L., *Vaccinium myrtillus*, *Pulmonaria mollis* Wulf. ex Hornem, *Oxalis asetosella*. В мохово-лишайниковом ярусе доминируют *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. in B.S.G., *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not. На месте старых вырубок и пожаров развиты берёзово-сосновые леса разнотравно-вейниковые. На территории ГР отмечен вид Красной книги Свердловской области: *Goodyera repens*. Растительность Свердловского ГР представлена сосновыми лесами вейниково-разнотравными и производными от них берёзовыми. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают *Calamagrostis arundinacea*, *Rubus saxatilis*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Aegopodium podagraria*. Отмечен 1 охраняемый вид *Lilium pilosiusculum*. Наблюдаем трансформацию растительных сообществ в результате рекреации, значительно число синантропных видов (9,6% от общего числа). В одном из фитоценозов отмечено внедрение в кустарниковый ярус культурного вида *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. Заросли *Rubus idaeus* L., под пологом которой находим *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. и *Urtica dioica* L., индицируют места пожаров (Шавнин и др., 2014).

#### **4.7. Зауральская равнинная провинция**

Талицкий генетический резерват относится к массивам островных реликтовых боров р. Пышмы, в пределах сосново-берёзовых предлесостепных лесов Зауральской равнинной провинции.

##### **Талицкий ЛГР № 1**

Месторасположение генетического резервата – Боровское участковое лесничество Талицкого государственного лесничества. Общая площадь его составляет 1071,0 га. Сохраняемая порода – сосна. Бывшие категории защитности кварталов – лесопарковая часть зеленой зоны для кв. 54-55, лесохозяйственная часть зеленой зоны для кв. 50-52 и кв. 56, запретные полосы вдоль дорог для кв. 53. Санитарное состояние древостоев: слабоповреждённые насаждения (индекс санитарного состояния по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния - 1,49; индекс жизненного состояния по региональной шкале оценки жизненного состояния древостоя составляет – 2,15). На территории резервата имеются следы подсочки сосны, проходных рубок.

Сравнение полученных лесоводственно-таксационных показателей Свердловского ЛГР №1 (Таблица 4.13) с их стандартными значениями для ведущих типов леса (I-II-III класс

бонитета, полнота 0,6 – 0,7, запас древесины – от 300 до 420 м<sup>3</sup> на 1 га) позволяет говорить о полноценной продуктивности насаждений данного резервата.

Общая флористическая характеристика: типичные сообщества резервата – сосновые леса злаковые и разнотравно-злаковые. В травянисто кустарниковом ярусе доминируют *Vaccinium myrtillus*, *Rubus saxatilis*, *Calamagrostis arundinacea*. Присутствующие в составе сообществ лесостепные и лугово-степные виды (*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Filipendula vulgaris* Moench и др.) отражают характер окружающего ландшафта. Обнаружено 2 вида, внесённых в Красную книгу Свердловской области: *Lilium pilosiusculum*, *Platanthera bifolia* (Шавнин и др., 2014).

#### **4.8. Лесостепная часть Зауральского пенеблена**

##### **Каменск-Уральский ЛГР № 1**

Генетический резерват находится на территории Покровского участкового лесничества Свердловского государственного лесничества. Общая площадь его составляет 505,0 га. Сохраняемые породы – берёзы бородавчатая и пушистая. Бывшая категория защитности кварталов - почвозащитные леса I группы. Санитарное состояние древостоев: фоновые, условно здоровые насаждения (индекс санитарного состояния по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния - 1,09).

Сравнение полученных лесоводственно-таксационных показателей Каменск-Уральского ЛГР№1 (Таблица 4.14) с их стандартными значениями для ведущего типа леса (II-III класс бонитета, полнота 0,6 – 0,7) позволяет говорить о полноценной продуктивности насаждений данного резервата.

##### **Каменск-Уральский ЛГР № 2**

Генетический резерват расположен на территории Маминского участкового лесничества Свердловского государственного лесничества и имеет площадь 771,0 га. Сохраняемая порода – сосна. Бывшие категории защитности кварталов лесопарковая часть зеленой зоны (кв. 24, 36, 37), почвозащитные леса (кв. 25, 29, 30, 38). Санитарное состояние древостоев: фоновые, условно здоровые насаждения (индекс санитарного состояния по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния - 1,72; индекс жизненного состояния по региональной шкале оценки жизненного состояния древостоя составляет – 2,31). На территории резервата имеются следы низового пожара, ветровала, рубок.

Сравнение полученных лесоводственно-таксационных показателей Каменск-Уральского ЛГР №2 (Таблица 4.15) с их стандартными значениями для ведущих типов леса (II класс бонитета, полнота 0,5 – 0,8, запас древесины – до 350 м<sup>3</sup> на 1 га) позволяет говорить о средней продуктивности насаждений данного резервата значительно выше среднестатистической.

Общая флористическая характеристика резерватов: в травяно-кустарничковом ярусе преобладают *Fragaria viridis* (Duch.) Weston, *Poa angustifolia* L., *Festuca rubra* L., участие лесостепных видов значительно (24% от общего числа). Местами травостой стравлен скотом, присутствуют синантропные виды: *Plantago major* L., *Taraxacum officinale* Wigg. и др. (14% от общего числа). Растительность Каменск-Уральского ЛГР № 2 представляет собой сосновые леса кустарничково-зеленомошные. В травянисто-кустарничковом ярусе преобладают *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Rubus saxatilis*, *Calamagrostis arundinacea*. Куртинки черники и брусники чередуются с пятнами мха (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*). Охраняемых видов не выявлено (Шавнин и др., 2014).

#### **4.9. Анализ лесоводственно-таксационного и санитарного состояния генетических резерватов основных лесообразующих видов Свердловской области**

**Таксационные исследования** - во всех случаях показывают высокие лесоводственные показатели древостоев, подтверждая перспективность использования семенного материала ЛГР для проектируемого восстановления лесных насаждений данного региона.

**Флористические исследования**, проведенные в рамках работы, позволили установить, что растительные сообщества ЛГР являются типичными для тех природных зон и подзон, в которых они расположены. Фитоценозы сохраняют сложную многоярусную структуру, значительное видовое богатство. Антропогенное влияние на флористический состав растительного покрова исследованных территорий незначительно, только в Каменск-Уральском ЛГР №1 и Свердловском ЛГР №1 наблюдаем трансформацию растительных сообществ в результате рекреации, выпаса домашних животных и т.д.

В настоящее время на отдельных участках, особенно западной части области, происходит смена светлохвойных (сосновых) лесов темнохвойными (еловыми и пихтовыми). Удовлетворительное возобновление сосны (т.е. подрост с обилием густо и средне) из 11 обследованных ЛГР, имеющих в составе сохраняемых видов сосну обыкновенную отмечено только в 3: Каменск-Уральском ЛГР №2, Сухоложском ЛГР №1 и Талицком ЛГР №1.

**По санитарному состоянию** - древостои большинства ЛГР можно описать как слабо повреждённые, среди которых наилучшие показатели (фоновые, условно здоровые) по итогам обследования имеют древостои Каменск-Уральского ЛГР №1 (территория Свердловского государственного лесничества), Красноуфимского ЛГР №1 (территория Красноуфимского государственного лесничества), а также Билимбаевских ЛГР №1 и №2 (территория Билимбаевского государственного лесничества).

Наихудшие показатели санитарного состояния конкретно сосновых древостоев (Таблица 4.16) отмечены в Кушвинском ЛГР №3 и Красноуральском ЛГР №1, расположенных на



территории Кушвинского государственного лесничества. Наилучшие показатели для сосновых древостоев отмечены у Красноуфимского ЛГР №1.

Приведём средние значения санитарного состояния по всем исследованным ЛГР:

Средний индекс санитарного состояния древостоев ЛГР (вычисленный по количеству деревьев отдельных категорий санитарного состояния) составляет 1,59; средний индекс жизненного состояния древостоя по региональной шкале составляет – 2,35.

Отдельно для сосны: индекс жизненного состояния – 2,5; дефолиация – 27%; дехромация – 9%; срок жизни хвои – 2,4 лет.

Отдельно для ели: индекс жизненного состояния – 2; дефолиация – 26%; дехромация – 9%; срок жизни хвои – 6,2 лет.

Отдельно для пихты индекс жизненного состояния – 2,2; дефолиация – 28%; дехромация – 6%; срок жизни хвои – 6,1 лет.

Отдельно для берёзы бородавчатой: индекс жизненного состояния – 1,7; дефолиация – 17%; дехромация – 5,3%.

**Таблица 4.16.** Параметры санитарного состояния сосны обыкновенной в 15 исследованных ЛГР Свердловской области

ЛГР	Индекс жизненного состояния древостоя по региональной шкале (Менщиков, 2001)	Дефолиация	Дехромация	Срок жизни хвои
Свердловский №1	2,26	28,92	11,35	2,16
Каменск-Уральский №2	2,31	27,69	9,7	2,37
Каменск-Уральский №1*	-	-	-	-
Талицкий №1	2,15	26,71	9	2,42
Билимбаевский №2	2,19	27,38	9,01	2,48
Билимбаевский №1	2,23	27,74	9,55	2,37
Красноуфимский №2	2,24	27,54	9,53	2,39
Красноуфимский №3	2,5	26,74	8,91	2,43
Красноуфимский №1	2,08	25,62	8,27	2,49
Артинский №2	2,29	29,16	8,85	2,37
Красноуральский №1	2,85	37,5	11,25	1,87
Кушвинский №3	2,67	37,02	10,12	2,57
Верхотурский №1	2,24	29,65	9,43	2,31
Суходожский №1	2,27	28,47	4,96	2,33
Асбестовский №1	2,58	34,88	6,09	2,09

\* Каменск-Уральский ЛГР №1 имеет состав 10Б, сосны не обнаружено.

**Сопоставление полученных результатов с литературными данными** объяснило как преобладание у большинства древостоев обследованных ЛГР некоторого уровня поврежденности, так и проблемы с естественным лесовозобновлением. Для Свердловской области, как промышленно развитого региона с акцентом на металлургические производства, одним из ключевых факторов санитарного состояния насаждений является загрязнение почв и воздуха (Махнёв, 2010). Высокий уровень загрязнения промышленными выбросами атмосферного воздуха и почв приводит к деградации растительности, в том числе лесной, на обширной территории (Махнёв, Мамаев, 1979; Шилова и др., 1984; Махнёв и др., 1990; Власенко и др., 1995; Махнёв, Чибрик, Трубина и др., 2002; Менщиков, Махнёв, 2003).

Кроме того, серьёзную роль сыграли и причины организационного плана. В первой редакции «Положения о выделении ЛГР» (1982) резерваты рекомендовалось в первую очередь выделять в лесопарковых частях зеленых зон, созданных в окрестностях крупных городов и поселков, и уже на момент выделения резерватов древостои в них, как правило, характеризовались по санитарному состоянию как в той или иной степени “ослабленные”, так как они были спелыми, а частично и перестойными с наличием механических повреждений стволов и корневой систем. Подрост главной породы из-за усиленной рекреации, а местами и выпаса скота, обычно отсутствовал. Избыток опада с перестойных деревьев и сорных растений провоцировал в данных насаждениях распространение устойчивых низовых пожаров, губительных для подроста. При этом в первой редакции упомянутого Положения отсутствовали указания относительно необходимости своевременного проведения в них лесовосстановительных рубок, что привело к усугублению негативных тенденций (Махнёв, 2010). При решении данных проблем следует учесть уже имеющийся успешный опыт применения в ЛГР рубок обновления (Менщиков, Махнёв, 2003; Терин, Терина, 2007), а также идеи создания в ЛГР на основе местного семенного материала полноценных культурдендроценозов, преимущественно хвойно-лиственных по составу, более устойчивых в противопожарном отношении и к повреждению вредителями леса (Махнёв, 2010).

Таким образом, ряд выявленных в результате наших исследований проблем ЛГР (легкая поврежденность древостоев с санитарной точки зрения, проблемы естественного лесовозобновления, нередкие следы низовых пожаров и ветровала) является для ЛГР Свердловской области характерными и даже предсказуемыми. Вместе с тем, факты сдачи территорий ЛГР в аренду, рубок, замены кварталов ЛГР на посторонние не только требуют юридического вмешательства, но и негативно влияют на сохранность целевого генофонда.

Сравнение ключевых характеристик насаждений резерватов, санитарного состояния и степени их антропогенной их нарушенности (согласно результатам анализа спутниковых снимков, Глава 6) 15 исследованных ЛГР Свердловской области показало следующее.

Корреляции санитарного состояния насаждений и степени их антропогенной нарушенности не отмечено. Однако отмечена явная связь степени нарушенности как с составом насаждений, так и с их запасом (Таблица 4.17).

**Таблица 4.17.** Сравнительная таблица ключевых характеристик насаждений  
15 исследованных ЛГР Свердловской области

ЛГР	Сохраняемые породы	Бывшая категория защитности	Состав древостоя	Запас, м <sup>3</sup> /га	Нарушенность	Санитарное состояние насаждений
1	2	3	4	5	6	7
Красноуфимский №1	сосна	Лесопарк. часть зелёной зоны	9С1Б-6С4Б	300-400	более 20%	слабоповр.
Красноуфимский №3	ель	Эксплуатационные леса местного потребления	9Е1П-6П4Е	220-320	более 20%	слабоповр.
Красноуфимский №2	сосна	Лесопарк. часть зелёной зоны	9С1Е	360-440	более 20%	слабоповр.
Артинский №2	сосна	Почвозащитные леса I группы;	<b>10С-8С2Б</b>	<b>340-420</b>	<b>10-20%</b>	слабоповр.
Билимбаевский №1	ель сиб., сосна, берёзы бор. и пуш.	Лесопарк. часть зелёной зоны	<b>Сложный состав</b>	<b>250-400</b>	<b>0-5%</b>	фоновые
Билимбаевский №2	сосна	Лесопарк. часть зелёной зоны	Сложный состав; доминирует сосна	200-500	более 20%	фоновые
Кушвинский №3	ель сиб., сосна, берёза пуш.	Лесопарк. часть зеленой зоны	<b>Сложный состав; доминируют сосна, берёза пуш.</b>	<b>220-320</b>	<b>10-20%</b>	слабоповр.
Красноуральский №1	берёзы бор. и пуш.	Нерестоохранные полосы	<b>Сложный состав, преобладает берёза бор.</b>	<b>220-280</b>	<b>10-20%</b>	слабоповр.
Асбестовский №1	сосна	Лесопарк. часть зелёной зоны	9С1Б-6Б4С	250-400	более 20%	слабоповр.

Продолжение Таблицы 4.17

1	2	3	4	5	6	7
Сухоложский №1	сосна	Запретные полосы, эксплуатационные леса	10С-8С2Б	350-500	более 20%	слабоповр.
Свердловский №1	сосна	Лесопарк. часть зелёной зоны, памятник природы областного назначения	10С-5С5Б	350-400	более 20%	слабоповр.
Каменск-Уральский №1	берёзы бор. и пуш.	Почвозащитные леса I группы	<b>10Б</b>	<b>230-270</b>	<b>5-10%</b>	фооновые
Каменск-Уральский №2	сосна	Лесопарк. часть зелёной зоны, почвозащитные леса	10С-7С3Б	350-480	более 20%	фооновые
Верхотурский №1	берёзы бор. и пуш.	Лесопарк. часть зелёной зоны	<b>Сложный состав, преобладает берёза бор.</b>	<b>200-260</b>	<b>0-5%</b>	слабоповр.
Талицкий №1	сосна	Лесопарк. часть зелёной зоны, запретные полосы вдоль дорог	10С-7С3Б	320-350	более 20%	слабоповр.

Наиболее пострадавшими являются 8 резерватов с преобладанием в составе леса сосны обыкновенной и высоким запасом древесины на га, и ещё в одном случае – с аналогичным преобладанием ели. Уровень нарушенности менее 20% имеют 6 из 15 ЛГР, и все они имеют низкий относительно остальных резерватов запас древесины на 1 га и отличия в составе леса: сложный состав древостоя либо преобладание берёзовых насаждений. Аналогичным образом, обнаруженные при полевом исследовании 15 ЛГР организационные проблемы (нерасчищенный ветровал, следы пожаров, подсочки, рубок, сдача территорий ЛГР в аренду) отмечены в насаждениях с преобладанием сосны и ели (Таблица 4.18).

Следует также отметить, что абсолютное большинство ЛГР ограничены естественными рубежами (квартальные просеки, дороги) и представляют собой конкретные квартала лесничеств, а не мозаику из отдельных выделов соседних кварталов, что повышает удобство пользования резерватами и их охраны. Вместе с тем в значительной части лесничеств многие лесоустроительные и лесохозяйственные знаки не обновлялись с советского времени, и нередко отсутствуют на местности либо нечитаемы. Кроме того, даже в тех случаях, когда знаки сохранились, из-за изменения административной системы лесничеств, квартальной сети и

нумерации выделов - как следствие реорганизации лесного хозяйства РФ – ориентирование на местности при полевой работе сильно затруднено.

На основе изложенного материала можно сделать следующие выводы.

1) Насаждения изученных ЛГР показывают высокие лесоводственные показатели, подтверждая перспективность использования семенного материала для проектируемого восстановления лесных насаждений данного региона.

**Таблица 4.18.** Сравнительная таблица отдельных характеристик насаждений и выявленных организационных проблем 15 исследованных ЛГР Свердловской области

ЛГР S, га	Сохраняемые породы	Нарушен- ность	Санитарное состояние насаждений	Выявленные при обследовании проблемы
Красно- уфимский №1	сосна	более 20%	слабо-повр.	часть территории сдана в аренду
Красно- уфимский №3	ель	более 20%	слабо-повр.	следы ветровала
Красно- уфимский №2	сосна	более 20%	слабо-повр.	часть территории сдана в аренду
Артинский №2	сосна	10-20%	слабо-повр.	-
Билимбаев- ский №1	ель сиб., сосна, берёзы бор. и пуш.	0-5%	фоновые	следы ветровала
Билимбаев- ский №2	сосна	более 20%	фоновые	-
Кушвин- ский №3	ель сиб., сосна, берёза пуш.	10-20%	слабо-повр.	-
Красно- уральский №1	берёзы бор. и пуш.	10-20%	слабо-повр.	-
Асбестов- ский №1	сосна	более 20%	слабо-повр.	следы низ. пожара, замена 1 выгоревшего квартала.
Сухолож- ский №1	сосна	более 20%	слабо-повр.	следы подсочки, низ. пожара
Свердлов- ский №1	сосна	более 20%	слабо-повр.	следы ветровала, подсочки, низ. пожара
Каменск- Уральский №1	берёзы бор. и пуш.	5-10%	фоновые	-
Каменск- Уральский №2	сосна	более 20%	фоновые	следы ветровала, рубок, низ. пожара
Верхо- турский №1	берёзы бор. и пуш.	0-5%	слабо-повр.	-
Талицкий №1	сосна	более 20%	слабо-повр.	следы подсочки, проходных рубок

2) По санитарному состоянию древостои 11 обследованных ЛГР можно охарактеризовать как слабо - повреждённые насаждения, в 4 случаях – как фоновые (условно здоровые) насаждения. Данные показатели являются приемлемыми для древостоев Свердловской области.

3) Для ЛГР запада области отмечена тенденция к смене на отдельных участках светлохвойных (сосновых) лесов темнохвойными (еловыми и пихтовыми). Причины данного явления требуют отдельного исследования.

4) Не найдено корреляции санитарного состояния насаждений и степени их антропогенной нарушенности.

5) Отмечена связь состава насаждений ЛГР и степени их антропогенной нарушенности: наибольшему риску антропогенных воздействий подвергаются резерваты с преобладанием в составе леса сосны.

Предлагаются следующие рекомендации:

- Рассмотреть возможность проведения в ЛГР Свердловской области рубок ухода (обновления и переформирования), рекомендованных ранее а.к. Махнёвым (Махнёв, 2010), и по необходимости – лесовосстановительных работ на базе местного семенного материала.

- Исключить выделение новых генетических резерватов в деградированных лесах, в районах сильного загрязнения почв и воздуха.

- При планировании мероприятий по сохранению и улучшению состояния ЛГР Свердловской области в первую очередь следует обращать внимание на моновидовые высокобонитетные сосновые резерваты, являющиеся первоочередной «группой риска» для антропогенных воздействий (рубок и пр.)

**ГЛАВА 5. ИЗУЧЕНИЕ ВНУТРИВИДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ДРЕВОСТОЕВ  
ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ В ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕЗЕРВАТАХ  
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ PINUS SYLVESTRIS L.**

При выделении генетических резерватов в 1982-1984 гг. специалистами были использованы доступные на тот момент знания о генетико-популяционной структуре сохраняемых лесобразующих видов. Специфика вопроса требовала оперативного выделения территорий, проверки генетической специфичности непосредственно сохраняемых насаждений не проводилось. В современных научных исследованиях данные об особенностях генетической структуры лесобразующих видов с привлечением материалов о ЛГР также практически отсутствуют. Таким образом, работы, направленные на выявление степени внутривидовой изменчивости лесобразующего вида в рамках ЛГР представляют несомненный научный интерес.

В качестве модельного вида в нашей работе использована сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*), как основной лесобразующий вид Свердловской области. К числу наиболее значимых особенностей данного объекта исследований относятся относительно единый на территории всей области ареал, предоставляющий мало возможностей для пространственной изоляции отдельных древостоев, и длительная история лесохозяйственной деятельности человека, серьезно повлиявшая на генетическую структуру насаждений в ходе рубок и привнесения стороннего семенного материала.

Ввиду того, что каждый метод анализа популяционной структуры имеет свои преимущества и недостатки, использование нескольких взаимодополняющих методов позволяет получить более объективную картину текущего положения дел (Гришина, 1985). В связи с этим для определения генетической структуры исследуемых выборок использовали не только общепринятые методы изозимного анализа, но и фенотипические маркеры. Вычисляемое на основании последних обобщённое расстояние Махаланобиса ( $D^2$ ), по мнению многих авторов, коррелирует с генетическими расстояниями (Меницкий, 1966; Семериков, 1986; Санников, Петрова, 2003; Cubero, 1973; Lee et al., 1973).

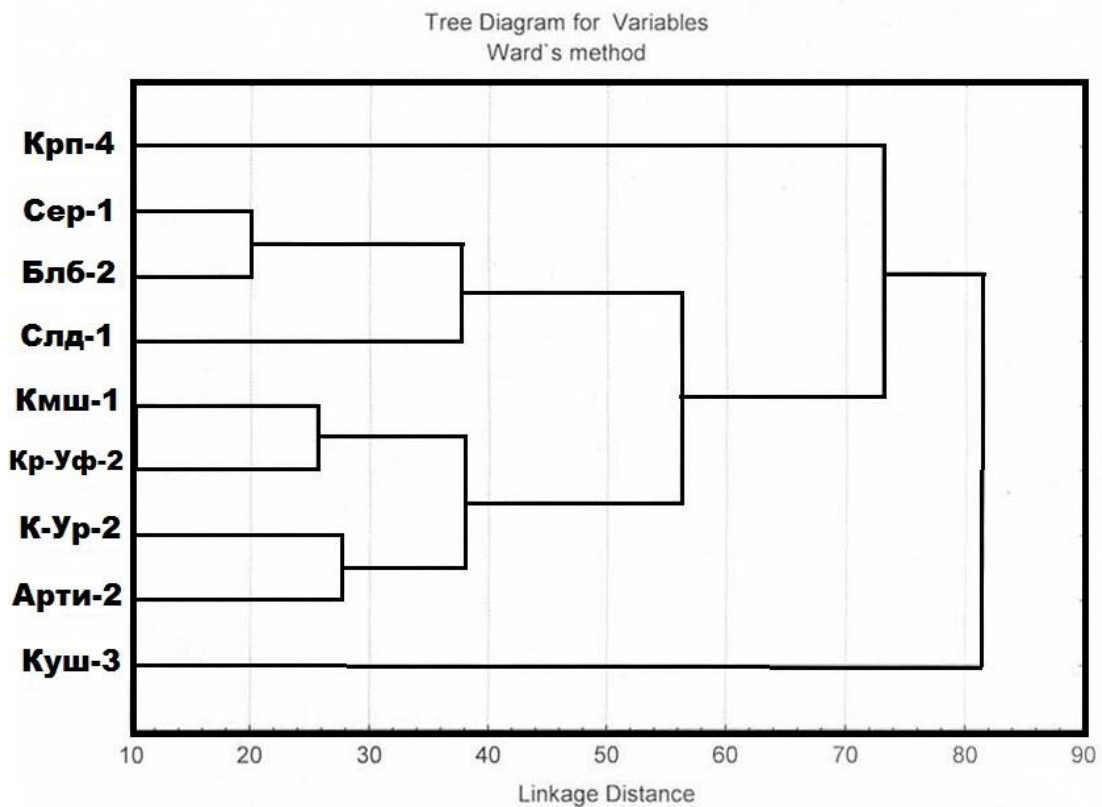
**5.1. Изучение фенотипической изменчивости: морфологический анализ шишек и семян**

Морфологические признаки генеративных органов часто используют в таксономии и популяционной биологии. Они характеризуются низкой экологической и географической изменчивостью и обладают «эволюционной стабильностью» (Правдин, 1964; Мамаев, 1972; Мамаев, Попов, 1989), что позволяет считать их достаточно надежными признаками для

использования в биосистематике и изучении путей филогенеза (Правдин, 1964; Путенихин, 1990,1993).

Анализ фенотипической изменчивости проводили по образцам, собранным в 9 ЛГР (Рисунок 5.2). С целью выявления степени различий между изучаемыми ЛГР было проведено попарное сравнение всех 9 выборок по совокупности 41 признака с помощью дискриминантного анализа (учитывающего особенности качественных и количественных признаков). Сравнение показало достоверные ( $p < 0,05$ ) отличия друг от друга большинства выборок. Недостоверными ( $p > 0,05$ ) оказались различия между выборками Сер-1 и Блб-2, и Сер-1 и Слд-1 (Таблица 5.1).

Для получения числового значения дистанций между выборками по комплексу из всех морфологических признаков с помощью метода дискриминантного анализа была получена матрица квадратов расстояний Махаланобиса. Полученная матрица дистанций была визуализирована при помощи метода Варда кластерного анализа (Рисунок 5.1).



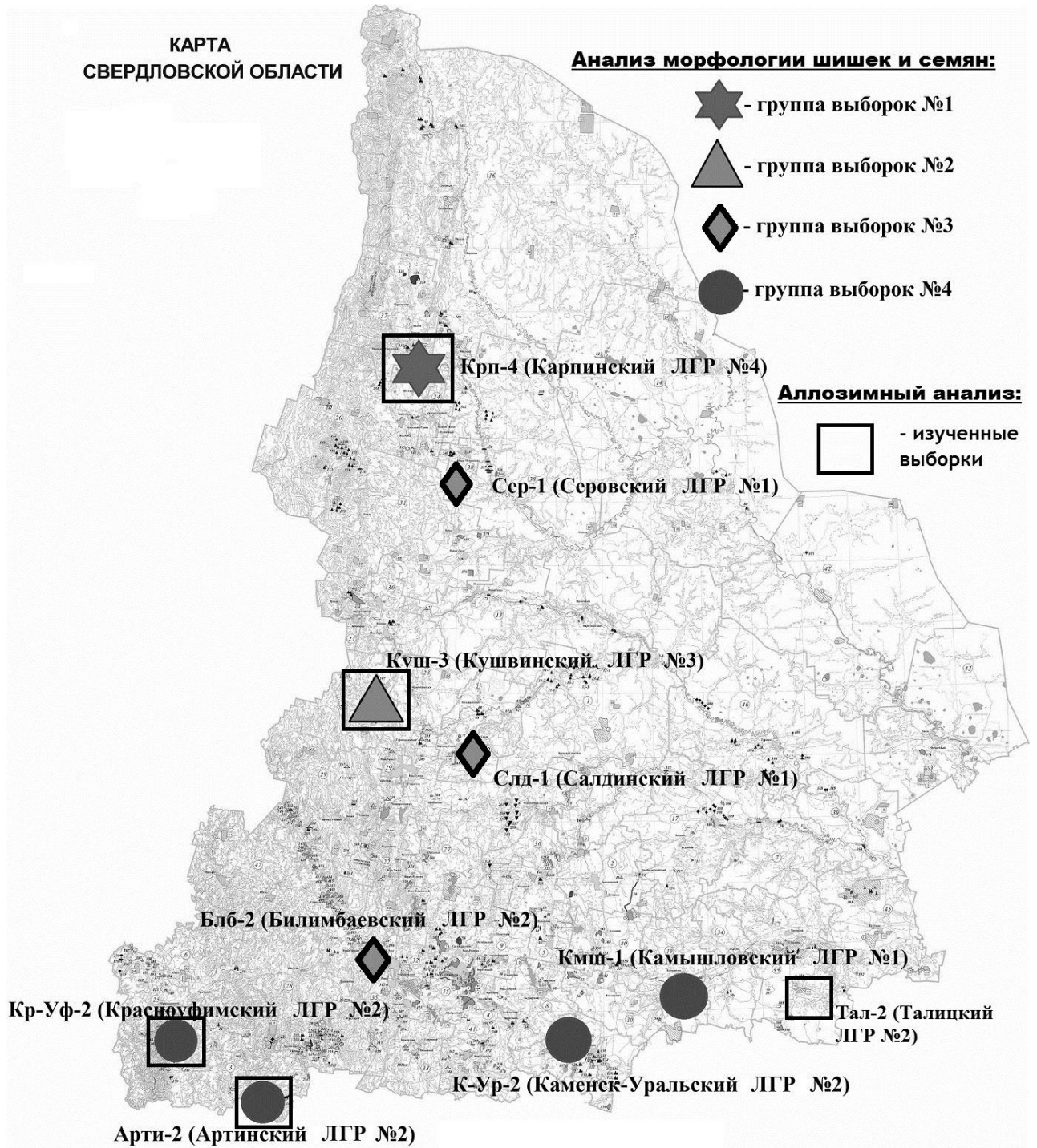
**Рисунок 5.1.** Визуализация матрицы квадратов расстояний Махаланобиса между 9 выборками по комплексу из 41 морфологического признака методом Варда кластерного анализа



**Таблица 5.1.** Результаты попарного сравнения 9 ЛПР по совокупности 41 морфологического признака методом дискриминантного анализа.

	Крп-4	Сер-1	Куш-3	Слд-1	Блб-1	Кмш-1	К-Ур-2	Кр-Уф-2	Арти-2
Крп-4									
Сер-1	0								
Куш-3	0	0,000215							
Слд-1	0	0,153931	0,000001						
Блб-1	0	0,292864	0	0,034676					
Кмш-1	0	0,002098	0	0,001001	0,001704				
К-Ур-2	0	0,000319	0	0,000013	0	0,000006			
Кр-Уф-2	0	0,000329	0	0,000002	0,000071	0,001898	0		
Арти-2	0	0,000537	0	0,003844	0,000478	0,001551	0,000261	0,000018	

По результатам визуализации все выборки были разбиты на 4 группы: №1 (Крп-4) и №2 (Куш-3) - более резко отличающиеся от остальных выборок, №3 (Сер-1, Блб-2, Слд-1) и №4 (Кмш-1, Кр-Уф-2, К-Ур-2, Арти-2) (Рисунок 5.2).



**Рисунок 5.2.** Распределение выборок согласно визуализации матрицы квадратов расстояний Махаланобиса, полученной по итогам анализа морфологических признаков семян и шишек сосны обыкновенной.

Степень различия полученных групп выборок была проверена попарным сравнением методами дискриминантного анализа. Проверка показала достоверные ( $p < 0,0001$ ) различия между всеми группами, что позволило нам считать данное разделение в достаточной степени закономерным.

Анализ разнесения выборок по группам с использованием топографических материалов позволил выдвинуть следующую гипотезу: с позиций лесорастительного районирования и ботанико-географического зонирования все выборки группы №4 относятся к предлесостепным и лесостепным зонам, а группы №№1,2,3 - к таёжным зонам (Рисунок 5.2). При этом внутри общности «таёжных» выборок группы №1 и №2, представленные одиночными выборками, имеют значимые отличия от группы выборок №3. Вероятно, одиночные выборки могут иметь специфичные индивидуальные отличия либо относиться к зонам соседних «пулов».

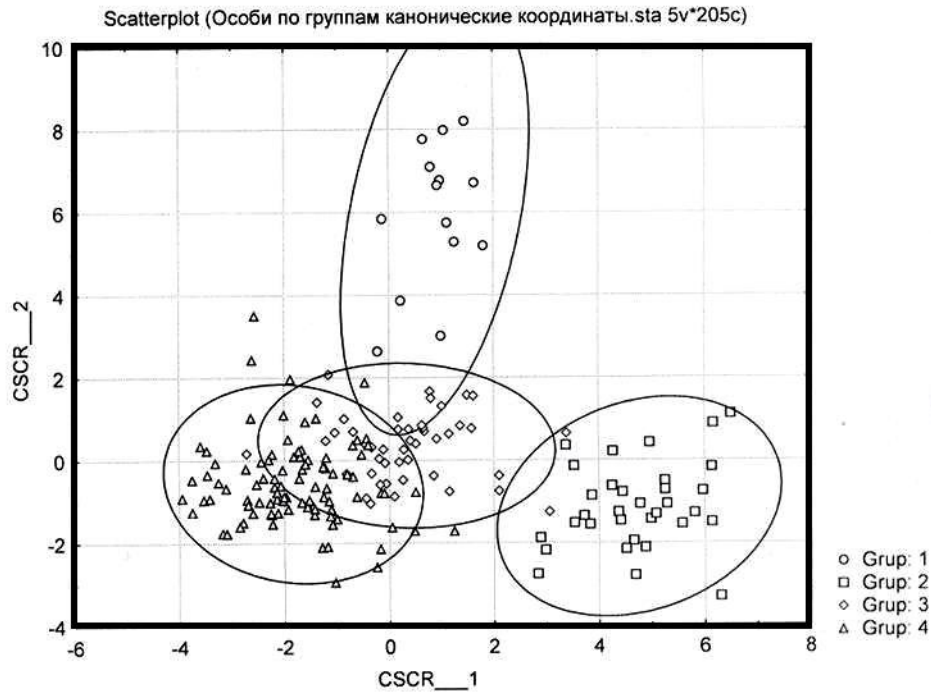
Для поиска закономерностей в принятом нами разделении на группы, результаты сравнения групп выборок были визуализированы с помощью дискриминантного анализа. Изучение полученных диаграмм рассеивания по трём осям в каноническом пространстве показало следующие закономерности:

- По оси №1 (условно «север-юг») чётко прослеживается широтное распределение групп выборок: от наиболее северной №1 (Крп-4), до наиболее южной группы выборок №4 (Кмш-1, Кр-Уф-2, К-Ур-2, Арти-2) (Рисунок 5.3).

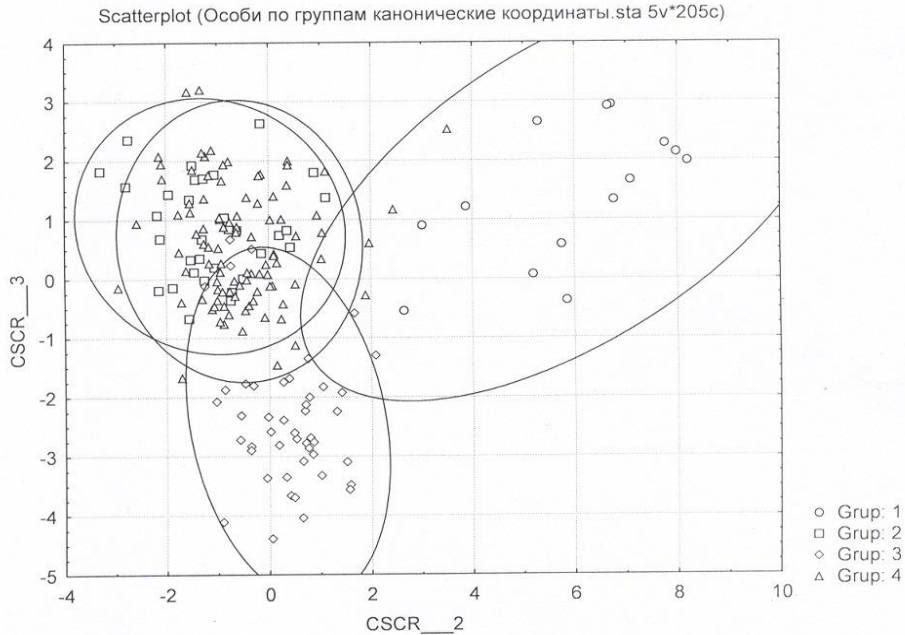
- По оси №2 (условно «здоровый-больной») резко «выпадает» группа №1 (Куш-3), в которой при сборе материала были отмечены слабая урожайность и значительная доля больных шишек на деревьях (для анализа использовались только здоровые), судя по характеру повреждений и характерным для данного региона вредителям пораженных шишковой огнёвкой (Падий, 1979). В том же направлении по оси №2 смещена «таёжная» группа выборок №3, включающая выборку Слд-1, также малоурожайную в данном сезоне. Стоит, однако, отметить, что дисперсия всех образцов суммы выборок «таёжной группы» по оси №2 меньше, чем у любой другой из групп (Рисунок 5.4).

- По оси №3 заметно отличается от прочих «таёжная» группа выборок №3 (Рисунок 5.5).

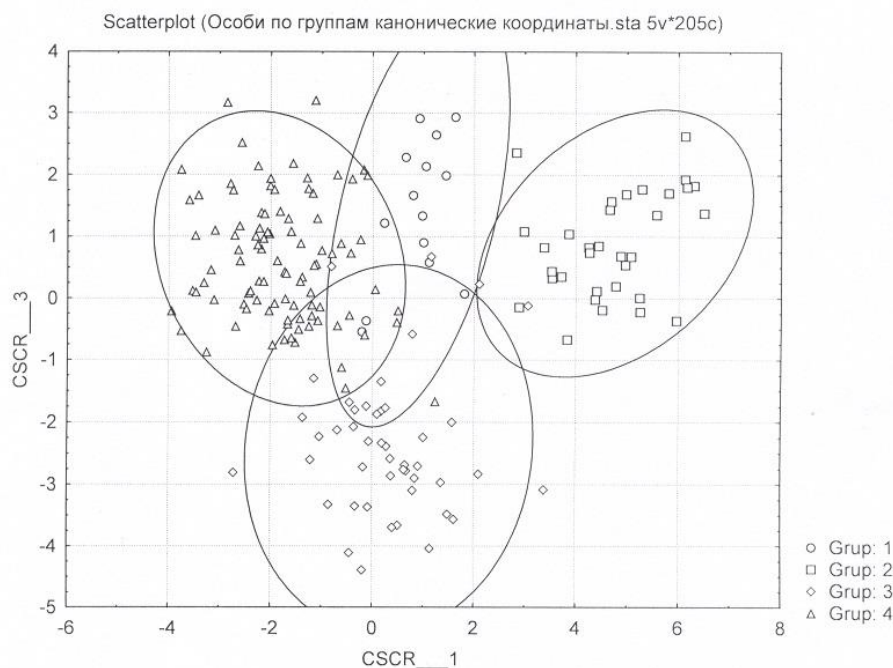
Проведённый анализ вклада отдельных признаков в каждую из осей (Приложение 1) показал, что в распределение групп по оси «север - юг» наибольший вклад вносят: длина задней части апофиза чешуи из широкого места шишки, ширина и относительная ширина семени, ширина и относительная ширина крылатки, длина от основания до самого широкого места шишки, длина и ширина наиболее крупной чешуи при основании, ширина и относительная наиболее крупной чешуи из широкого места шишки, общее число чешуй, число и доля спелых семян. Следует отметить, что вклад комплекса из всех качественных признаков гораздо больше, чем вклады отдельных качественных признаков.



**Рисунок 5.3.** Диаграммы рассеивания по трем осям в каноническом пространстве всех исследованных признаков четырех условных групп популяций, проекция оси №1  
*группа 1 – Куш-3, группа 2 – Крп-4, группа 3 – тайга, группа 4 – лесостепь*



**Рисунок 5.4.** Диаграммы рассеивания по трем осям в каноническом пространстве всех исследованных признаков четырех условных групп популяций, проекция оси №2  
*группа 1 – Куш-3, группа 2 – Крп-4, группа 3 – тайга, группа 4 – лесостепь*



**Рисунок 5.5.** Дискриминантный анализ: диаграммы рассеивания по трем осям в каноническом пространстве всех исследованных признаков четырех условных групп популяций, проекция оси №3

*группа 1 – Куш-3, группа 2 – Крп-4, группа 3 – тайга, группа 4 – лесостепь*

В распределение признаков по оси «здоровый - больной» наибольший вклад вносят число и доля семенных чешуй, число и доля спелых семян, число семян в шишке; меньший вклад - ширина и относительная ширина закрытой шишки, ширина и относительная ширина наиболее крупной чешуи при основании, относительная длина шишки, отношения длины передней части апофиза к длине задней части и ширине апофиза, тип шишки по форме апофиза. По данной оси, как и в предыдущем случае, вклад комплекса из всех качественных признаков гораздо больше, чем вклады отдельных качественных признаков.

В распределение признаков по оси №3 наибольший вклад вносят: ширина и относительная ширина раскрытой шишки, длина семени и крылатки, длина семени с крылаткой, ширина наиболее крупной чешуи при основании, длина и относительная ширина наиболее крупной чешуи из широкого места шишки, относительная ширина семени, относительная ширина семенного крылышка, число и доля семенных чешуй, цвет шишки. Вклад комплекса из всех качественных признаков по данной оси также превышает вклады отдельных качественных признаков.

Таким образом, анализ полученных результатов показал, что распределение по оси «север-юг» коррелирует прежде всего с показателями формы шишек, чешуй и семян, тогда как распределение по оси «здоровый - больной» - прежде всего с признаками, напрямую связанными с продуктивностью. Распределение по оси «здоровый - больной» характеризует

прежде всего связь с признаками, напрямую отражающими продуктивность (число и доля семенных чешуй, спелых семян). Уязвимость репродуктивных органов хвойных к воздействиям на растения неблагоприятных биотических факторов, выражающуюся в снижении продуктивности, неоднократно отмечалась в литературе (Бажина, Аминев, 2013). Можно отметить, что сильно коррелируя с числом семян вообще и спелых в частности, с признаками длины и ширины семян ось №2 связана слабее остальных осей. Ось №3 связана с набором признаков, смысл которого выяснить не удалось. Кроме того, следует обратить внимание, что согласно данным дискриминантного анализа вклады комплексов качественных признаков в разделение групп выборок в ряде случаев являются гораздо более существенными, чем вклады отдельных качественных признаков.

В качестве следующего этапа анализа была использована иерархическая модель дисперсионного анализа. Данная модель позволила нам рассмотреть значимость каждого из признаков на трех уровнях: внутри выборок (что может быть условно расценено как «фоновый шум» индивидуальной изменчивости), внутри групп выборок (ориентировочно, микроэкологическая изменчивость), между группами выборок (макроэкологическая, возможно географическая изменчивость). Составленная по итогам анализа таблица показала, что 21 количественный признак значим на внутригрупповом уровне, а 5 признаков - на межгрупповом уровне: ширина и относительная ширина чешуи из широкого места шишки, общее число чешуй, доля спелых семян, ширина самой крупной чешуи при основании шишки (Таблица 5.2). Примечательно, что только один из признаков значим одновременно на всех уровнях - ширина наиболее крупной чешуи при основании шишки, что может говорить о его потенциальной «недооцененности» исследователями.

**Таблица 5.2.** Исследованные морфологические признаки сосны обыкновенной и их значимость для различения отдельных выборок и групп выборок, выявленная с помощью иерархической модели дисперсионного анализа.

Признак	Обозначение	Примечания	Уровень выборки	Уровень групп выборок
1	2	3	4	5
Масса, г	1-М	количественный	значим	
Длина закрытой шишки, мм	2-Дш	количественный	значим	
Ширина закрытой шишки, мм	3-Шз	количественный		
Ширина раскрытой шишки, мм	4-Шр	количественный	значим	
Длина задней части апофиза, мм	5-ДзАп	количественный		
Длина передней части апофиза, мм	6-ДпАп	количественный		
Ширина апофиза, мм	7-ШАп	количественный		
Высота апофиза, мм	8-ВАп	количественный		
Длина основания апофиза, мм	9-ДоАп	количественный	значим	

## Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5
Длина семян с крылаткой, мм	10-Дск	количественный		
Длина семени, мм	11-Дс	количественный	значим	
Длина крылатки, мм	12-Дк	количественный		
Ширина семени, мм	13-Шс	количественный	значим	
Ширина крылатки, мм	14-Шк	количественный	значим	
Длина от основания до самого широкого места шишки, мм	15-Дм	количественный	значим	
Длина наиб. крупной чешуи при основании, мм	16-Дчо	количественный	значим	
Ширина наиб. крупной чешуи при основании, мм	17-Шчо	количественный	значим	значим
Длина наиболее крупной чешуи из самого широкого места шишки, мм	Дч-18	количественный		
Ширина наиболее крупной чешуи из наиболее широкого места шишки, мм	19-Шч	количественный		значим
Относительная длина шишки	20-Дм/Дш	относительный	значим	
Относительная ширина закрытой шишки	21-Шз/Дш	относительный	значим	
Относительная ширина раскрытой шишки	22-Шр/Дш	относительный	значим	
Относительная ширина чешуи при основании	23-Шчо/Дчо	относительный		
Относительная ширина чешуи из наиболее широкого места шишки	24-Шч/Дч	относительный		значим
Относительная ширина семени	25-Шс/Дс	относительный	значим	
Высота апофиза / ширина апофиза	26-ВАп/ШАп	относительный		
Длина передней части апофиза / ширина апофиза	27-ДпАп/ШАп	относительный	значим	
Ширина апофиза / длина передней части апофиза	28-ШАп/ДпАп	относительный	значим	
Длина передней / длина задней части апофиза	29-ДпАп/ДзАп	относительный		
Ширина семенного крылышка / длина семенного крылышка	30-Шк/Дк	относительный	значим	
Общее число чешуй	31-ЧЧ	количественный		значим
Семенных чешуй	32-ЧсЧ	количественный	значим	
Доля семенных чешуй	33-Чсч/Чч	количественный	значим	
Число семян в шишке	34-Сем	количественный	значим	
Спелых семян	35-СпелСем	количественный	значим	
Недоразвитых семян	36-НедСем	количественный		
Пустых семян	37-ПустСем	количественный		
Доля спелых семян	38-СпелСем/Сем	количественный		значим
Цвет шишки	39-ЦвШ	качественный		
Тип шишки по форме апофиза	40-Тип	качественный		
Цвет семян	41-ЦвСем	качественный		

Для более точной оценки зависимости морфологических признаков от фактора лесорастительного районирования все выборки были сгруппированы по формальному признаку - лесорастительному району, к которому каждую из выборок отнесли при выделении генетических резерватов (Мамаев, Семериков, Махнев, 1983):

А) Лесостепь (Кмш-1, Кр-Уф-2, К-Ур-2, Арти-2),

Б) Южная тайга (Блб-2, Слд-1),

В) Средняя тайга (Сер-1, Куш-3, Крп-4).

С помощью однофакторного дисперсионного анализа отдельных морфологических признаков по фактору лесорастительного районирования (Таблица 5.3) были выявлены следующие закономерности:

1. В направлении с юга на север уменьшаются такие признаки, как: масса шишек, ширина закрытой шишки, общее число чешуй в шишке, число семенных чешуй в шишке, число семян в шишке, число спелых семян в шишке, доля спелых семян в шишке, длина и ширина семени, относительная ширина семени, ширина и относительная ширина семенного крылышка, относительная ширина наиболее крупной чешуи при основании шишки, относительная ширина наиболее крупной чешуи из широкого места шишки, длина задней части апофиза чешуи из широкого места шишки;
2. В направлении с юга на север увеличивается следующие признаки: длина от основания до самого широкого места шишки и относительная длина шишки, длина и ширина наиболее крупной чешуи при основании, ширина крупной чешуи из наиболее широкого места шишки;
3. Отсутствуют (не выявлены анализом) явные различия или тенденции по таким связанным с продуктивностью признакам, как: доля семенных чешуй, число недоразвитых семян, число пустых семян;
4. Отсутствуют (не выявлены анализом) связи с фактором лесорастительного районирования всех исследованных качественных признаков: цвета шишек, цвета семян, типа шишки по форме апофиза.

Для проверки более глубокого понимания закономерностей географической изменчивости морфологических признаков, для каждой из исследованных выборок была исследована корреляция каждого из признаков с некоторыми из известных нам климатических факторов: среднегодовая температура, годовое количество осадков, продолжительность безморозного периода, число дней с  $t > 5^{\circ}\text{C}$  и  $t > 10^{\circ}\text{C}$  (Таблица 5.3). Для этого был использован ранговый коэффициент корреляции Спирмена, отличающийся высокой надежностью и независимостью от нормальности распределения признака. Кроме того, использование данного метода позволило включить в исследование и количественные признаки. Помимо числовой оценки силы и направления корреляции (коэффициент корреляции) также была проведена



оценка достоверности корреляций. В работе использовались только достоверные корреляции ( $p < 0,05$ ).

**Таблица 5.3.** Изученные морфологические признаки сосны обыкновенной и их корреляция с некоторыми факторами.

*Обозначения: ЛС-лесостепь, ЮТ-южная тайга, СТ-средняя тайга.*

Исследованный признак (обозначение)	Дисперсионный анализ: изменения значений признаков по зонам	Среднегодовая температура (коэф-т корреляции Спирмена)	Осадков в год, мм (коэф-т корреляции)	Дней без мороза (коэф-т корреляции)	Дней $t > 5^{\circ}\text{C}$ (коэф-т корреляции)	Дней $t > 10^{\circ}\text{C}$ (коэф-т корреляции)
1	2	3	4	5	6	7
1-М	СТ<ЛС,ЮТ	*	-0,18	*	*	0,18
2-Дш	*	*	-0,22	*	*	0,17
3-Шз	СТ<ЛС,ЮТ	0,15	-0,18	0,15	0,16	0,22
4-Шр	*	*	*	*	*	*
5-ДзАп	СТ<ЛС,ЮТ	0,23	-0,25	0,15	0,25	0,25
6-ДпАп	*	*	-0,14	*	*	*
7-ШАп	*	*	*	0,15	*	*
8-ВАп	*	*	*	*	*	*
9-ДоАп	*	*	-0,17	*	0,14	0,14
10-Дск	*	*	*	*	*	*
11-Дс	СТ<ЛС,ЮТ	0,15	-0,28	0,23	0,18	0,21
12-Дк	*	*	*	*	*	*
13-Шс	ЛС>ЮТ,СТ	0,46	-0,42	0,31	0,40	0,35
14-Шк	ЛС>ЮТ,СТ	0,34	-0,36	0,31	0,33	0,35
15-Дм	ЛС<ЮТ,СТ	-0,26	0,34	-0,32	-0,28	-0,35
16-Дчо	ЛС<ЮТ<СТ	-0,36	0,39	-0,25	-0,38	-0,30
17-Шчо	СТ>ЛС,ЮТ	-0,32	0,38	-0,20	-0,32	-0,26
Дч-18	*	*	*	*	*	*
19-Шч	ЛС<ЮТ<СТ	0,32	-0,35	0,34	0,34	0,37

1	2	3	4	5	6	7
20-Дм/Дш	ЛС<ЮТ,СТ	-0,26	0,39	-0,30	-0,30	-0,37
21-Шз/Дш	*	*	*	*	*	*
22-Шр/Дш	ЮТ<СТ,ЛС	*	*	-0,15	*	*
23-Шчо/Дчо	ЛС>ЮТ>СТ	0,18	-0,15	0,18	0,20	0,17
24-Шч/Дч	ЛС>ЮТ,СТ	0,36	-0,30	0,39	0,38	0,40
25-Шс/Дс	ЛС>ЮТ,СТ	0,32	-0,16	*	0,23	0,15
26-ВАп/ШАп	*	*	*	*	*	*
27-ДпАп/ШАп	*	*	*	*	*	*
28-ШАп/ДпАп	*	*	*	*	*	*
29-ДпАп/ДзАп	*	*	*	*	*	*
30-Шк/Дк	ЛС>ЮТ,СТ	0,34	-0,33	0,32	0,29	0,32
31-ЧЧ	ЛС>ЮТ>СТ	0,38	-0,39	0,29	0,41	0,36
32-ЧсЧ	ЛС>ЮТ>СТ	*	*	*	*	0,17
33-Чсч/Чч	*	*	*	*	*	*
34-Сем	ЛС>ЮТ>>СТ	0,22	-0,15	0,14	0,23	0,28
35-СпелСем	ЛС>ЮТ>>СТ	0,24	-0,17	0,18	0,27	0,31
36-НедСем	*	*	*	*	*	*
37-ПустСем	*	-0,17	0,20	-0,21	-0,19	-0,17
38-СпелСем/Сем	ЛС>ЮТ>>СТ	-0,16	-0,14	0,21	0,20	0,23
39-ЦвШ	*	*	*	*	*	*
40-Тип	*	*	*	*	*	*
41-ЦвСем	*	*	*	*	*	*

Полученные данные говорят о явной корреляции каждого из климатических факторов со значительной частью количественных признаков, и отсутствии явной корреляции с признаками качественными. В частности, практически все признаки, значение которых по данным дисперсионного анализа возрастает в направлении с севера на юг, связаны обратной корреляцией с количеством осадков в год, и прямой корреляцией - со среднегодовой температурой, количеством безморозных дней, количеством дней в году с  $t > 5^{\circ}\text{C}$  и  $t > 10^{\circ}\text{C}$ . Следует отметить, что проекция полученных данных на климатические карты района исследований подтверждает выявленные выше закономерности географической изменчивости количественных морфологических признаков шишек и семян сосны.

Несмотря на имеющиеся численные значения уровня значимости связи «признак-фактор», выявление факторов в большей или меньшей степени влияющих на каждый конкретный признак на данном этапе исследований следует считать преждевременным. Это объясняется тем, что климатические условия следует рассматривать как единый сложный комплекс, в котором факторы часто взаимосвязаны между собой и тесно коррелируют, усложняя возможности выделения степени влияния каждого отдельного фактора.

В качестве следующего этапа анализа комплекс из 41 морфологического признака был разделен на три следующие условные группы: 1) качественные признаки; 2) количественные признаки, напрямую связанные с функцией семенной продуктивности (число чешуй и число семенных чешуй; количество семян спелых, недоразвитых и пустых, относительные доли семенных чешуй и зрелых семян); 3) количественные признаки, не связанные напрямую с функцией продуктивности (признаки размеров и формы шишек, чешуй и семян).

Взаимосвязи выборок были рассмотрены с помощью дискриминантного анализа (с последующим получением матриц квадратов расстояний Махаланобиса и их визуализацией классическим методом и методом Варда). Получены следующие результаты:

1. Анализ по комплексу количественных признаков, не связанных напрямую с функцией продуктивности (Таблица 5.4), показывает достоверное ( $p < 0,01$ ) отличие между собой всех выборок, кроме Слд-1 и Сер-1 ( $p = 0,064$ ). При этом наиболее близкими к выборке Сер-1 являются выборки Слд-1 и Блб-2, объединенные с ней в «таёжную» группу, в меньшей степени близкой - выборка Куш-3, также находящаяся в «таёжной» зоне. Визуализация показывает, что лесостепные выборки Кр-Уф-2, Арти-2, Кмш-1 и наиболее южная из «таёжных» Блб-2 образуют «южный» комплекс выборок. При этом Кмш-1 наиболее удалена от соседей по кластеру, что соответствует и её географической удаленности. Наиболее резко отличается от остальных выборок самая северная - Крп-4, выделенная нами в отдельную группу (Рисунок 5.6).

**Таблица 5.4.** Результаты дискриминантного анализа по комплексу количественных морфологических признаков, не связанных напрямую с функцией продуктивности

ЛПР, с севера на юг	Крп-4	Сер-1	Куш-3	Слд-1	Блб-1	Кмш-1	К-Ур-2	Кр-Уф-2	Арти-2
Крп-4									
Сер-1	0								
Куш-3	0	0,000083							
Слд-1	0	0,063769	0,000026						
Блб-1	0	0,002077	0	0,000170					
Кмш-1	0	0,002098	0,000002	0,000004	0,000001				
К-Ур-2	0	0,000319	0	0	0	0			
Кр-Уф-2	0	0,000329	0	0	0	0,000003	0		
Арти-2	0	0,000537	0,000004	0,000675	0,000012	0	0	0,000001	

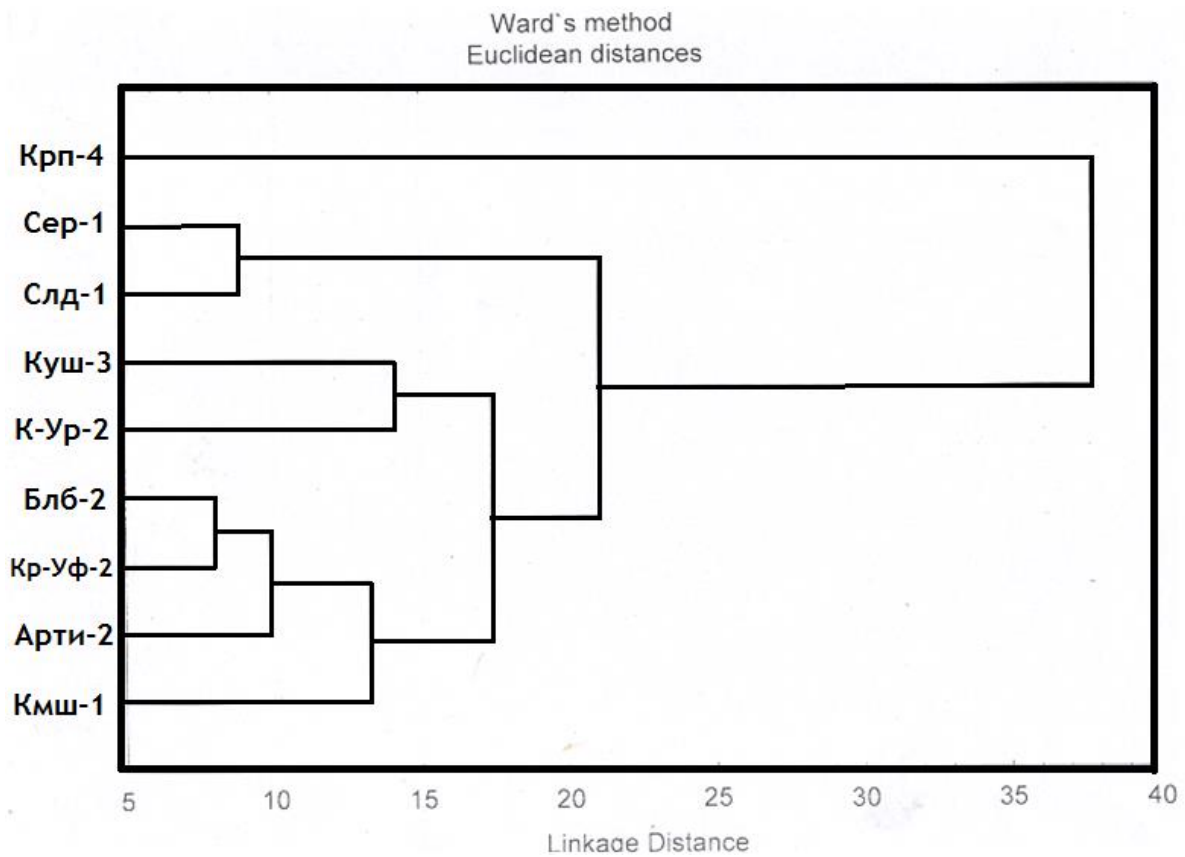
2. Анализ по комплексу количественных признаков, напрямую связанных с семенной продуктивностью, показывает резкое отличие близкорасположенных выборок Куш-3 и Слд-1, отличающихся от остальных выборок и по санитарному состоянию. Также выражено отличие от остальных выборок наиболее северной Крп-4 (Таблица 5.5, Рисунок 5.7).

**Таблица 5.5.** Результаты дискриминантного анализа по комплексу количественных морфологических признаков, напрямую связанных с семенной продуктивностью

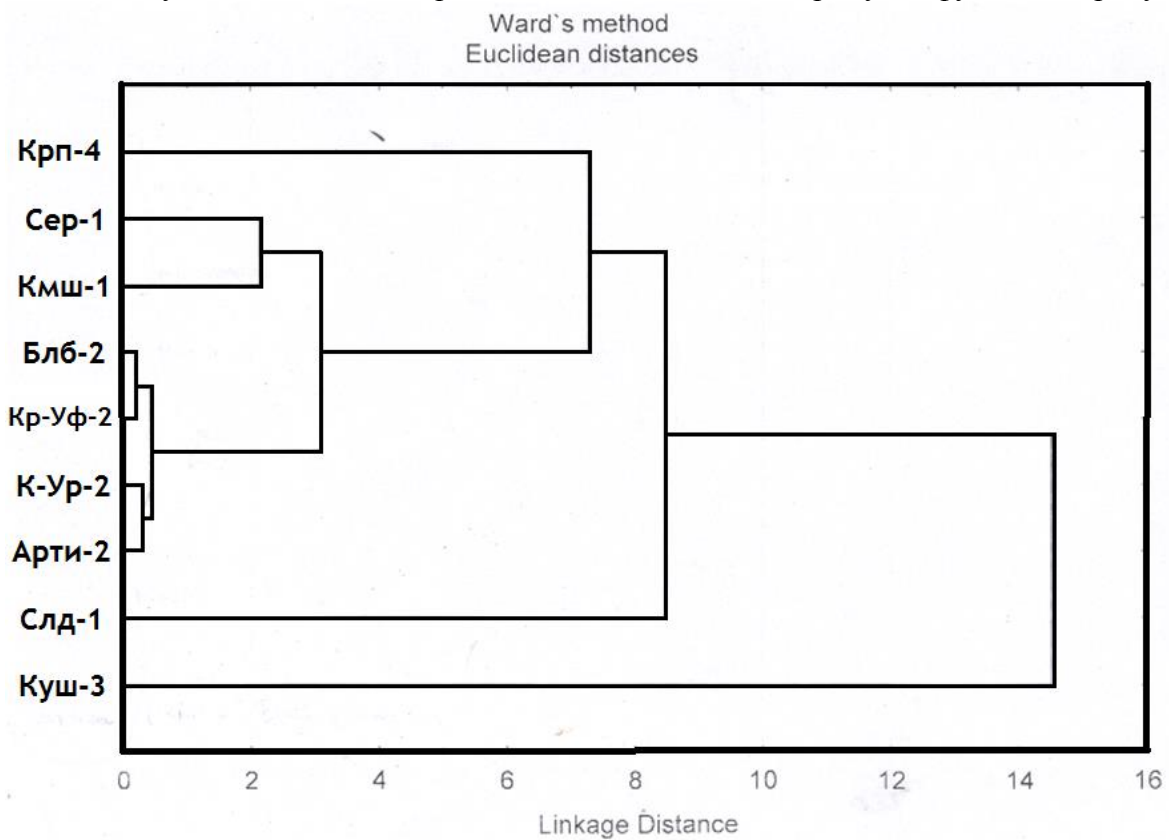
С севера на юг	Крп-4	Сер-1	Куш-3	Слд-1	Блб-1	Кмш-1	К-Ур-2	Кр-Уф-2	Арти-2
Крп-4									
Сер-1	0								
Куш-3	0	0,000003							
Слд-1	0	0,004623	0						
Блб-1	0	0,044392	0	0,000007					
Кмш-1	0	0,060100	0	0,006612	0,019962				
К-Ур-2	0	0,038839	0	0,000010	0,897298	0,048473			
Кр-Уф-2	0	0,016787	0	0	0,949136	0,006275	0,582119		
Арти-2	0,000003	0,125856	0	0,000142	0,849724	0,109682	0,904139	0,913745	

3. Анализ по комплексу качественных признаков показывает резкое отличие выборок Куш-3 и Слд-1, менее резкое - наиболее южной выборки Арти-2 и наиболее восточной - Кмш-1. Остальные можно рассматривать как относительно однородный кластер, где географическая зональность распределения признаков не выражена (Таблица 5.6, Рисунок 5.8).

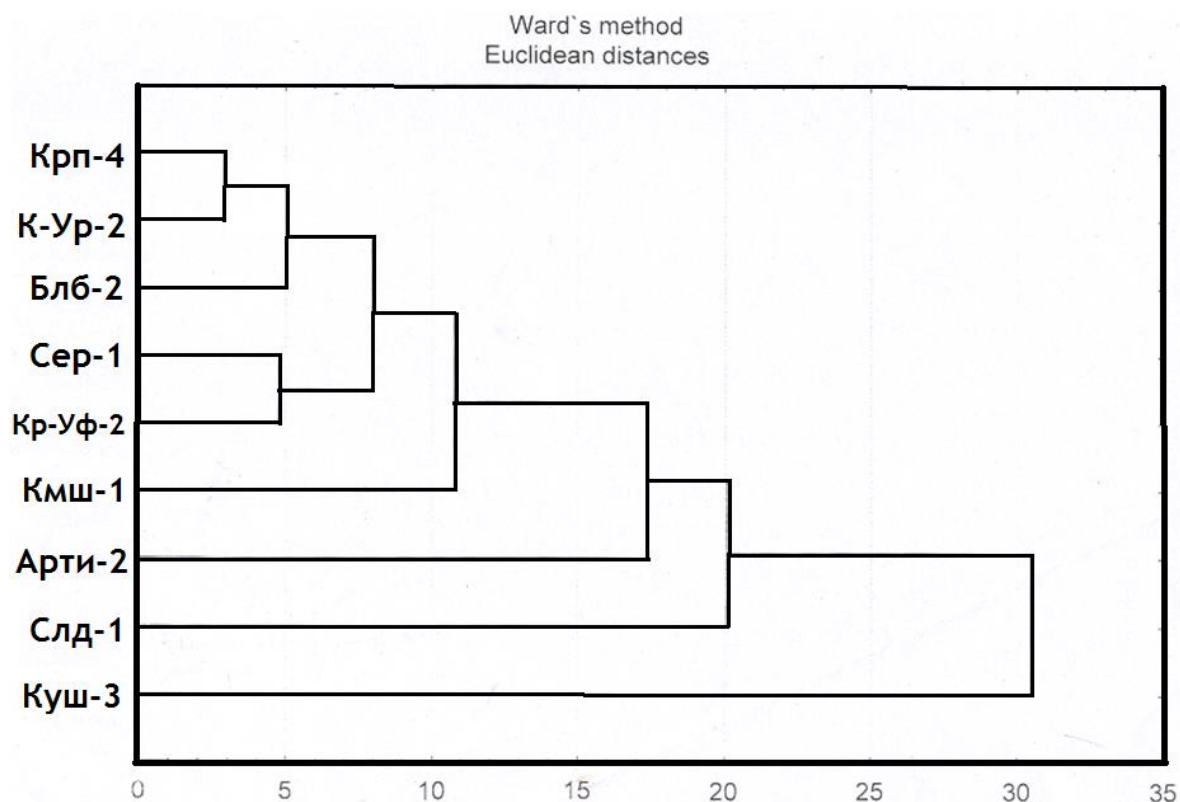




**Рисунок 5.6.** Визуализация методом Варда результатов дискриминантного анализа по комплексу количественных признаков, не связанных напрямую с функцией продуктивности



**Рисунок 5.7.** Визуализация методом Варда результатов дискриминантного анализа по комплексу количественных морфологических признаков, напрямую связанных с семенной продуктивностью



**Рисунок 5.8.** Визуализация методом Варда результатов дискриминантного анализа по комплексу качественных морфологических признаков

В целом статистическая обработка полученных количественных и качественных морфологических данных позволила прийти к следующим результатам:

1. Исследование выборок путем анализа морфологических признаков показало достоверное подразделение на 4 группы: №1 (Крп-4); №2 (Куш-3); №3(Сер-1, Блб-2, Слд-1); №4 (Кмш-1, Кр-Уф-2, К-Ур-2, Арти-2).

2. Исследованные выборки достоверно группируются по двум основным характеристикам: широтное районирование «север-юг» и санитарное состояние исследованных насаждений.

3. Распределение выборок по оси «север-юг» говорит о зависимости количественных морфологических признаков шишек сосны от фактора лесорастительного районирования, и достоверно коррелирует с показателями формы шишек, чешуй и семян.

Уменьшаются в направлении с юга на север: длина задней части апофиза чешуи из широкого места шишки, ширина и относительная ширина семени, ширина и относительная ширина крылатки, общее число чешуй, число и доля спелых семян. Увеличиваются в направлении с юга на север: длина от основания до самого широкого места шишки, относительная длина шишки, длина и ширина наиболее крупной чешуи при основании, ширина наиболее крупной чешуи из широкого места шишки. Зависимости качественных признаков шишек сосны от фактора лесорастительного районирования не выявлено.



4. Наблюдаемые резкие отличия выборки Куш-3, и менее резкие - географически наиболее близкой к ней Слд-1, обусловлены поражением насаждений вредителями (шишковой огнёвкой), что повлияло на ряд морфологических признаков здоровых шишек. Наибольшую зависимость показали количественные признаки, напрямую связанные с семенной продуктивностью. Уязвимость репродуктивных органов хвойных к воздействиям на растения неблагоприятных факторов биотической этиологии, что выражается в том числе и в снижении продуктивности, неоднократно отмечалась исследователями (Бажина, Аминев, 2013).

5. При группировке выборок в соответствии с использованным при выделении ЛГР лесорастительным районированием Б. П. Колесникова, анализ корреляции изучаемых признаков с рядом климатических факторов и проекция полученных данных на климатические карты района исследований подтвердили выявленные выше закономерности географической изменчивости количественных морфологических признаков шишек и семян. Анализ литературных данных показывает, что уменьшение в направлении с юга на север таких признаков, как масса и размеры шишек, общее число чешуй в шишке, число и размеры семян в шишке, доля спелых семян, число спелых семян в шишке, а также изменение формы шишек ранее неоднократно отмечались как тенденции или закономерности многими исследователями (Правдин, 1964; Мамаев, 1973; и др.).

6. Полученные данные свидетельствуют о значимых корреляциях каждого из климатических факторов со значительной частью количественных признаков, и отсутствии значимых корреляций с признаками качественными. Отсутствие чёткой корреляции качественных морфологических признаков шишек и семян сосны обыкновенной с эколого-географическими факторами уже отмечалось ранее (Правдин, 1964; Мамаев, 1973; Филиппова, 2001; Санников, Петрова, 2003; и др.).

## **5.2. Изучение генетической изменчивости: изозимный анализ хвои и почек**

В рамках программы исследования было изучено 5 выборок генетического материала, собранного на территориях следующих ЛГР (Рисунок 5.9): Карпинский №4, Кушвинский №3, Артинский №2, Красноуфимский №5, Талицкий №2.

### **Параметры генетического полиморфизма**

В таблице 5.7 приведены параметры генетического полиморфизма изученных выборок *Pinus sylvestris*. Доля полиморфных локусов в большинстве выборок ЛГР составляет 71,4%, и лишь в Красноуфимском ЛГР №5 составляет 64,3%. Среднее число аллелей на локус в исследованных ЛГР изменяется в узких для *Pinus sylvestris* пределах (Санников и др., 2012) – от 2,0(+/- 0,2) до 2,2(+/- 0,3).

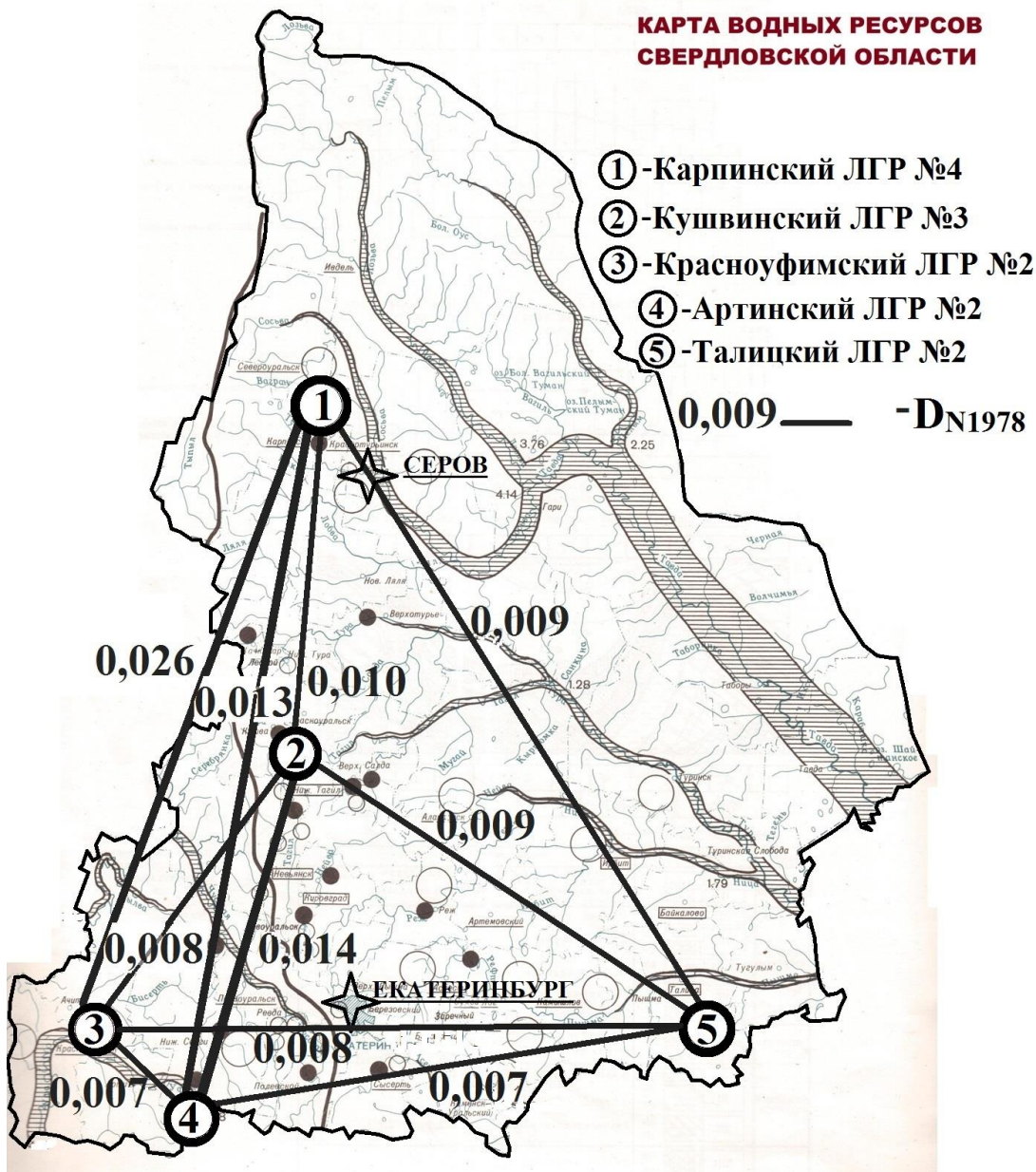


Рисунок 5.9. Генетические дистанции Неи (1978) между исследованными выборками

Значения наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности для всех исследованных нами выборок различаются несущественно (разница статистически недостоверна), что говорит об относительной стабильности генофонда в каждом случае (Таблица 5.7). Уровень средней наблюдаемой гетерозиготности в выборках ЛГР изменяется от 0,197 до 0,275. Наибольшие уровни наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности ( $H_o = 0,275 \pm 0,068$ ;  $H_e = 0,254 \pm 0,58$ ;  $H_o - H_e = 0,021$ ) отмечены для Талицкого ЛГР №2.

Наименьший уровень средней гетерозиготности ( $H_o = 0,197 \pm 0,046$ ) и наибольший дефицит гетерозигот ( $H_o - H_e = -0,038$ ) отмечен в выборке Кушвинского ЛГР №3. Кроме того, это единственная выборка, для которой полученное значение наблюдаемой гетерозиготности ниже значения ожидаемой (Таблица 5.7). В рамках нашей работы не удалось достоверно выявить

причин некоторого отличия выборки Кушвинского ЛГР от остальных, но мы можем предположить связь данного явления со сложным санитарным состоянием данного ЛГР на предшествующий отбору образцов момент. По итогам наших наблюдений, как при фитосанитарной оценке древостоев ЛГР Свердловской области в 2011 г. (Глава 4), так и в ходе сбора и анализа морфологических признаков шишек и семян в 2013 году, сосновые древостои данного биоценоза находятся в наихудшем состоянии из всех изученных насаждений.

Анализ литературных данных показал, что уровни полиморфизма и гетерозиготности изученных выборок в целом соответствуют аналогичным параметрам популяций *Pinus sylvestris* в других частях её ареала, в которых доля полиморфных локусов варьирует от 62% до 91%, а уровень средней гетерозиготности – от 0,21 до 0,34 (Gullberg et al., 1985; Духарёв и др., 1987; Гончаренко и др., 1993, 1995; В.Семериков, 1992; В. Семериков и др., 1993; Prus-Glowacki et al., 1993; Петрова, Санников, 1996; Санников, Петрова, 2003; Филиппова и др., 2006).

**Таблица 5.7.** Значения параметров генетического полиморфизма выборок *Pinus sylvestris* из 5 изученных ЛГР

Генетический резерват	A (среднее число аллелей на локус)	P (доля полиморфных локусов) $P \neq 0,01$	$H_o$ (наблюдаемая гетерозиготность) (по Nei, 1978)	$H_e$ (ожидаемая гетерозиготность) (по Nei, 1978)	$H_o - H_e$
Кушвинский	2,0 (+/- 0,2)	71,4%	0,197 (+/- 0,046)	0,235 (+/- 0,055)	-0,038
Артинский	2,1 (+/- 0,3)	71,4%	0,238 (+/- 0,063)	0,224 (+/- 0,058)	0,014
Карпинский	2,2 (+/- 0,3)	71,4%	0,215 (+/- 0,057)	0,214 (+/- 0,052)	0,001
Красноуфимский	2,1 (+/- 0,3)	64,3%	0,259 (+/- 0,065)	0,256 (+/- 0,063)	0,003
Талицкий	2,2 (+/- 0,3)	71,4%	0,275(+/- 0,068)	0,254 (+/- 0,058)	0,021

#### Генетические дистанции Неи

В ходе исследований было установлено, что величины генетических дистанций Неи ( $D_{N78}$ ) между изученными выборками *Pinus sylvestris* варьируют от 0,007 до 0,026 (Таблица 5.8). Максимальные дистанции наблюдаются между «южными» ЛГР, с точки зрения лесорастительного районирования относящимися к лесостепи (Красноуфимский №2, Артинский №2,) и «северными» ЛГР, относящимися к средней тайге (Карпинский №4, Кушвинский №3). Талицкий ЛГР №2, расположенный на юго-востоке области (Рисунок 5.9),

имеет относительно низкие числовые значения генетических дистанций Неи со всеми исследованными выборками, включая «северные». Это связано, по-видимому, как с гидрохорным (в направлении основных речных стоков области), так и с анемохорным (через всесезонно преобладающие ветра западных и юго-западных направлений) влиянием более северных и западных насаждений (Приложение 2, Приложение 3). Следует отметить неожиданно высокую генетическую дистанцию  $D_{N78}=0,026$  между самым северным Карпинским ЛГР №4 и находящимся на юге области Красноуфимским ЛГР №2, разнесёнными на 370 км.

Анализ литературных источников, в которых для исследований были использованы сходные с использованным нами наборы аллозимных маркеров, показал, что полученные в нашей работе значения генетических дистанций между выборками сосны в отдельных случаях выше, чем можно предположить для данной части ареала (Филиппова и др., 2006; Санников и др., 2012). В частности, у Т.В. Филипповой с коллегами, исследовавших генетическую дифференциацию *Pinus sylvestris*, в пределах горного и предгорного Урала максимальная величина  $D_{N78}=0,017$  была отмечена между географически удалёнными на 500 км выборками Северного и Южного Урала. Сравнительно более высокий средний уровень генетической дифференциации между отдельными насаждениями ЛГР, по-видимому, может быть связан с тем, что они исторически менее подвержены усредняющим антропогенным воздействиям на генетическую структуру насаждений.

Таким образом, на основе полученных в нашей работе соотношений генетических дистанций мы можем говорить о достоверном разделении всех выборок сосны обыкновенной в пределах исследованных нами ЛГР Свердловской области.

**Таблица 5.8.** Генетические дистанции Неи между исследованными выборками *Pinus sylvestris* из 5 ЛГР (курсивом -  $D_{N1972}$ , жирным шрифтом -  $D_{N1978}$ )

*	Кушвинский	Артинский	Карпинский	Красноуфимский	Талицкий
*	й				
Кушвинский	*	<i>0,018</i>	<i>0,013</i>	<i>0,012</i>	<i>0,013</i>
Артинский	<b>0,014</b>	*	<i>0,016</i>	<i>0,011</i>	<i>0,011</i>
Карпинский	<b>0,010</b>	<b>0,013</b>	*	<i>0,029</i>	<i>0,012</i>
Красноуфимский	<b>0,008</b>	<b>0,007</b>	<b>0,026</b>	*	<i>0,011</i>
Талицкий	<b>0,009</b>	<b>0,007</b>	<b>0,009</b>	<b>0,008</b>	*

**Таблица 5.9:** Географические расстояния между 5 исследованными ЛГР

*	Кушвинский	Артинский	Карпинский	Красноуфимский	Талицкий
Кушвинский	*				
Артинский	230 км	*			
Карпинский	190 км	415 км	*		
Красноуфимский	200 км	70 км	370 км	*	
Талицкий	290 км	310 км	405 км	350 км	*

### Параметры F-статистик

Значение генетической подразделённости  $F_{ST}$  (коэффициент инбридинга популяции относительно всего вида) общности изученных выборок составляет 0,024. Вычисленная на основе значения  $F_{ST}$  величина межпопуляционного потока генов  $N_e m$  в рамках исследованных выборок составила 10,17 мигранта на поколение. Согласно данным литературных источников, в которых для исследований были использованы сходные с использованным нами наборы аллозимных маркеров, среднее значение  $F_{ST}$  для Урала и прилегающих территорий составляет 0,029 (Санников и др., 2001; Филиппова и др., 2006), а величины генного потока  $N_e m$  между популяциями сосны обыкновенной обычно колеблются в пределах 7,1 - 12,3, (в среднем 8,37) мигранта на поколение (В. Семериков, 1992; Гончаренко и др., 1993, Ганиев, 2000; Филиппова и др., 2006; Filipova, 2000). Таким образом, полученные нами показатели генетической подразделённости и величины межпопуляционного потока генов говорят о выраженной на среднем уровне генетической подразделённости поселений сосны исследуемых резерватов.

Индекс фиксации Райта  $F_{IT}$  (коэффициент инбридинга особи относительно изученных популяций вида в целом) в совокупности исследованных выборок положителен и равен 0,037, что свидетельствует о некотором дефиците гетерозигот. Индексы  $F_{IS}$  (коэффициент инбридинга особи относительно её популяции) - в совокупности исследованных выборок изменяются от - 0,110 по Got-3 до + 0,152 по Got-2 (Таблица 5.10), в среднем составляя - 0,013, что может говорить о некотором незначительном избытке гетерозигот. В целом в изученной совокупности выборок *Pinus sylvestris* можно констатировать дефицит гетерозигот, что не противоречит результатам ранее проведенных исследований Урала и сопредельных территорий (В.Семериков, 1992; Гончаренко и др., 2003; Филиппова и др., 2006).

**Таблица 5.10.** Параметры F-статистик Райта в общей совокупности изученных выборок *Pinus sylvestris*

Локус	F <sub>IS</sub>	F <sub>ST</sub>	F <sub>IT</sub>	Локус	F <sub>IS</sub>	F <sub>ST</sub>	F <sub>IT</sub>
6-Pgd	-0,010	0,030	0,021	Dia-2	-0,020	0,034	0,053
Gdh	-0,040	0,004	-0,036	Got-2	0,152	0,022	0,171
Skdh-1	-0,001	0,027	0,026	Got-3	-0,110	0,031	-0,075
Skdh-2	-0,055	0,026	-0,028	Fdh	0,109	0,028	0,134
Adh-1	-0,043	0,110	0,072				
Pgm-1	-0,042	0,018	-0,24	0			
Pgm-2	-0,021	0,017	-0,004	M <sub>x</sub>	-0,013	0,024	0,037

**Выводы.** Обобщая результаты изозимного анализа выборок генетического материала, собранного на территориях обследованных ЛГР, можно заключить следующее.

1. Изученные выборки *Pinus sylvestris* достоверно различаются по значениям генетических дистанций Неи.

2. Полученные в нашей работе уровни полиморфизма и гетерозиготности пяти изученных выборок *Pinus sylvestris*, достаточно типичны для данной части ареала.

3. Прослеживается влияние региональных особенностей климата и рельефа на генетическую структуру *Pinus sylvestris* в системе ЛГР Свердловской области.

4. Полученные значения генетических дистанций между изученными выборками ЛГР в отдельных случаях показали более высокий средний уровень, чем можно было предположить для данного региона на основании работ других авторов (Санников, Петрова, 2003; Т.В. Филиппова и др., 2006; Санников и др., 2012). Данный факт может быть связан с тем, что насаждения ЛГР исторически менее подвержены усредняющим антропогенным воздействиям на генетическую структуру насаждений.

5. Для достоверного выявления степени генетического отличия ЛГР Свердловской области от окружающих их фоновых насаждений необходимы дополнительные исследования, которые позволят повысить объективность оценки уровня биологической ценности (повышенной гетерозиготности, наличия редких аллелей) конкретных насаждений.

### **5.3. Создание банка семян *Pinus sylvestris* L. на основе материала обследованных ЛГР**

В рамках создания банка семян основных лесообразующих видов была выбрана методика хранения семян в условиях неглубокого замораживания (-18\*С), оптимальная для долгосрочного хранения семян сосны обыкновенной.

На данный момент в банке хранится семенной материал сосны обыкновенной, собранный зимой 2012-2013 гг. на территориях следующих ЛГР:

- 1) Билимбаевский ЛГР №2 (Порядковый номер резервата - 12; расположение - Подволошинское участковое лесничество Билимбаевского государственного лесничества)
- 2) Красноуфимский ЛГР №2 (Порядковый номер резервата - 53; расположение - Пригородное участковое лесничество Красноуфимского государственного лесничества)
- 3) Кушвинский ЛГР №3 (Порядковый номер резервата - 58; расположение - Кушвинское участковое лесничество Кушвинского государственного лесничества)
- 4) Салдинский ЛГР №1 (Порядковый номер резервата - 78; расположение – Верхне-Салдинское лесничество Салдинского государственного лесхоза)
- 5) Каменск-Уральский ЛГР №2 (Порядковый номер резервата - 38; расположение - Маминское участковое лесничество Свердловского государственного лесничества)
- 6) Серовский ЛГР №1 (Порядковый номер резервата - 84; расположение - Красноярское лесничество Серовского государственного лесхоза)
- 7) Карпинский ЛГР №4 (Порядковый номер резервата - 44; расположение - Волчанское участковое лесничество Карпинского государственного лесхоза)
- 8) Камышловский ЛГР №1 (Порядковый номер резервата - 44; расположение - Городское лесничество Камышловского государственного лесхоза)
- 9) Артинский ЛГР №2 (Порядковый номер резервата - 5; расположение - Поташкинское участковое лесничество Красноуфимского государственного лесничества..
- 10) Несколько тысяч семян сосны обыкновенной, собранных на территории Камышловского ЛГР №1; хранятся в единой таре.
- 11) Около 100 семян сосны обыкновенной, собранных на территории Кушвинского ЛГР №2 (порядковый номер 57; Баранчинское участковое лесничество Кушвинского государственного лесничества), материал с территории квартала №125.

В августе 2015 г. нами была проведена проверка всхожести семян, собранных январе-декабре 2011-2012 гг. и заложенных на низкотемпературное хранение в июле 2012 г. на примере материала Красноуфимского ЛГР №2 согласно «ГОСТ 13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести». Обработано 3 повторности по 100 семян (Таблица 5.11). Среднее арифметическое значение всхожести составило 86,33%. В соответствии с ГОСТ 13056.6-97, допустимое расхождение между результатами одного анализа одного среднего образца по трем пробам (100 семян) при среднем арифметическом значении всхожести 84-86% составляет 13, фактическое максимальное расхождение составляет 8 (ГОСТ 13056.6-97). Таким образом, все полученные значения укладываются в принятые стандарты.

Согласно зонально-дифференцированной шкале для территории северной лесостепи (Абдуллина, Санников, Корепанов, 2012), где расположен Красноуфимский ЛГР №2, нормой является 87,24% (+/- 2,6 ) взошедших семян. Таким образом, при значении данного параметра в 86,33% класс качества семян исследуемого ЛГР соответствует условному I классу качества данной шкалы.

**Таблица 5.11.** Всхожесть семян сосны на примере материала Красноуфимского ЛГР №2, (сбор янв. 2011 г., проращивание авг. 2015 г.)

Период проращивания	Проба 1 (100 семян)			Проба 2 (100 семян)			Проба 3 (100 семян)		
	Проросло, %	Загнило, %	Осталось, %	Проросло, %	Загнило, %	Осталось, %	Проросло, %	Загнило, %	Осталось, %
5 суток	69	0		64	0		78	0	
7 суток	78	0		72	0		84	0	
10 суток	82	0		79	0		90	0	
15 суток	85	0		83	0		91	0	
<b>Итоговый учёт:</b>	Проба 1 (100 семян)			Проба 2 (100 семян)			Проба 3 (100 семян)		
Проросших,%	85			83			91		
Здоровых,%	4			5			2		
Загнивших,%	1			0			0		
Запаренных,%	9			10			7		
Пустых,%	1			2			0		

#### **5.4. Выводы**

Анализ данных, полученных с помощью изозимного анализа (5 ЛГР) и изучения морфологических признаков шишек и семян (9 ЛГР) *Pinus sylvestris* свидетельствуют о том, что изученные выборки достоверно различаются по комплексу фенотипических признаков и значениям генетических дистанций Неи. Различия генетической и фенотипической структуры изученных древостоев в системе ЛГР Свердловской области сообразны лесорастительному районированию и региональным особенностям климата и рельефа, что выступает в пользу оправданности выделения системы ЛГР на основе лесорастительного районирования Свердловской области. В частности, всепогодное преобладание западных и юго-западных ветров и направленность на юго-восток основных речных стоков области могут обуславливать региональные особенности гидрохорного и анемохорного распространения генетического материала.



Заслуживает быть отмеченным тот факт, что значения генетических дистанций и генетической подразделённости между изученными выборками ЛГР показали более высокий средний уровень, чем можно было предположить для данного региона на основании работ других авторов (Санников, Петрова, 2003; Т.В. Филиппова и др., 2006). Одним из возможных объяснений может служить исторически меньшая вовлеченность древостоев резерватов в региональную систему лесопользования, объединяющую значительную часть насаждений региона через промышленное лесовосстановление с использованием ограниченного числа источников посадочного материала.

Выявленные показатели богатства генофонда (полиморфизм и гетерозиготность) изученных выборок сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) соответствуют характерным для данной части ареала. Вместе с тем, для достоверного выявления степени генетического отличия к исследуемым ЛГР от окружающих их фоновых насаждений необходимы дополнительные исследования с контрольными выборками за пределами каждого из резерватов. Подобные исследования позволят предметно говорить об уровне биологической ценности (повышенной гетерозиготности, наличии редких аллелей) конкретных насаждений.

**ГЛАВА 6. СОЗДАНИЕ И АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННОЙ БАЗЫ СПУТНИКОВЫХ  
СНИМКОВ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕЗЕРВАТОВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ  
ВИДОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**6.1. Анализ существующей документации по ЛГР**

С целью изучения современного состояния выделенных в 1983-1984 гг. генетических резерватов основных лесобразующих видов был проведен поиск и анализ спутниковых снимков их территорий. В 2004 г. Министерством природных ресурсов Свердловской области в качестве ЛГР были утверждены выделенные ранее территории (с небольшими изменениями) и документально зафиксированы ограничивающие их GPS-метки (Границы особо охраняемых территорий..., 2004). Образец утверждённой информации на примере Салдинского ЛГР №2 представлен на таблице 6.1.

**Таблица 6.1.** Информация о ЛГР на примере Салдинского ЛГР №2  
(данные Министерства природных ресурсов Свердловской области)

№ ЛГР	Название и номер ЛГР	Лесхоз	Лесничество	№№ кварталов	№ точек	Широта	Долгота
79	Салдинский ЛГР №2	Салдинский	Медведевское	37, 38, 49	1	58° 16' 17"	61° 09' 28"
					2	58° 17' 20"	61° 10' 50"
					3	58° 18' 00"	61° 12' 40"
					4	58° 17' 52"	61° 14' 55"

Исследование спутниковых снимков было проведено для всех 111 ЛГР Свердловской области. Для поиска обозначенных GPS-метками территорий ЛГР использовалась специализированная программа SAS-Planet. Поиск проводился в следующих некоммерческих базах спутниковых снимков: «Google», «Yandex», «Yahoo», «Bing maps», «Navteq», «Nokia», «GeoHub», «Геопортал Роскосмоса», «Космоснимки (бесплатная версия)». В рамках нашей

работы, на 2014 год наиболее удобными и информативными из перечисленных баз данных следует признать «Yandex», «Bing maps» и «Геопортал Роскосмоса». Проведены поиск и сохранение в базе данных снимков в разных степенях разрешения (1:125000, 1:50000, 1:25000, 1:12500, 1:7500), для сохранения использовался формат JPEG-2000. В ходе работы выявлено, что для получения полной информации о каждой территории ЛГР необходимо просмотреть все найденные снимки данной территории: из различных баз данных, снятые в разные годы, разными спутниками, при различном фенологическом состоянии лесов, атмосферных и геометрических условий наблюдения, в разных спектрах и пространственных разрешениях. Это связано с тем, что в отдельной базе данных часто имеются снимки лишь части территории конкретного резервата, нередко значительная доля территории резервата на спутниковом снимке закрыта облаками. Также следует помнить, что сплошное спутниковое фото поверхности планеты - явление двух последних десятилетий, и видимый на снимках из разных баз данных различный антропогенный ущерб нанесён в небольшой по меркам лесоводства промежуток времени и может быть суммирован.

Важно отметить, что при анализе и принятии решений о степени нарушенности генетического резервата следует принимать во внимание тот факт, что в 1983-84 гг. в ранг ЛГР были переведены территории с различными категориями защитности (архив документов Ботанического сада УрО РАН). В существующей документации ЛГР, насаждения которых подверглись сильному антропогенному воздействию, данная информация имеется не всегда, что позволяет неоднозначно трактовать статус территорий резерватов (Приложение 4).

Работа с архивной документацией периода перевода территорий ЛГР в категорию ООПТ (1983-1984 гг.) позволила найти данные по 95 из 111 имеющихся ЛГР. Анализ показал следующее распределение категорий защитности лесных насаждений в ЛГР:

Лесопарковая часть зеленой зоны (36 ЛГР) – в 32,4% ЛГР

Защитные полосы вдоль рек (14 ЛГР) – в 12,6% ЛГР

Нерестоохранные полосы (14 ЛГР) – в 12,6% ЛГР

Защитные полосы вдоль дорог (6 ЛГР) – в 5,4% ЛГР

Орехово-промысловая зона (кедр) (4 ЛГР) – в 3,6% ЛГР

Памятники природы (4 ЛГР) – в 3,6% ЛГР

Почвозащитные леса (3 ЛГР) – в 2,7% ЛГР

Коллекционный участок (2 ЛГР) – в 1,8% ЛГР

Неэксплуатационные леса (1 ЛГР) – в 0,9% ЛГР

Эксплуатационные леса (21 ЛГР) – в 18,9% ЛГР

Данные не найдены (16 ЛГР) – 14,4% ЛГР

Таким образом, данные найдены по 86% резерватов, из них 78% полностью или частично были переведены в категорию ООПТ из лесов высокой категории защитности, и только 14% из категории эксплуатационных лесов. Проецируя это соотношение на общее число ЛГР, мы можем достаточно уверенно предположить, что не менее 70-80% из них имеют в своем составе территории изначально высокой категории защитности. При любом возможном пересмотре статуса территорий ЛГР (например, по причине высокой нарушенности популяции лесообразующего вида данного резервата) необходимо учитывать данный факт, чтобы избежать перевода в лесопромышленное пользование участков леса с высокой экологической ценностью.

Рассмотрим в качестве конкретного примера данной проблемы работу, проведенную с ЛГР Пермского края. Мы можем достаточно обоснованно предполагать, что при выделении генетических резерватов в Пермском крае в 1989-1992 годах (бывшим институтом леса Уральского научного центра АН СССР под руководством А.К. Махнёва и Ю.М. Алесенкова) территории ЛГР выделялись тем же образом, что и в Свердловской области. Всего в Пермском крае было выделено 97 лесных генетических резерватов. В 2003-2005 годах лабораторией экологии леса Естественнонаучного института Пермского государственного университета (ЕНИ ПГУ) было проведено обследование всех ЛГР на территории Пермского края. По результатам обследования из 97 резерватов 18 ЛГР было предложено исключить из списка лесных генетических резерватов по причине недостаточной площади, а также из-за значительных изменений в состоянии насаждений, вызванных естественными и антропогенными причинами, а документацию 14 резерватов объединили в 7 паспортов, т.к. они и имели общие границы: отобранные 79 ЛГР было предложено учитывать далее как 72 объекта. Затем вопрос размещения минимально необходимого количества резерватов решался путем картографического анализа существующих ЛГР в ландшафтах физико-географических районов в соответствии с имеющимися разработками (Видякин, 2004; Максимович, Вохмянина, 1979; Назаров, 1996). Анализ привел к выводу, что для выполнения условия «один ландшафт - одна популяция - один резерват» минимальное количество ЛГР составляет 44 шт. Далее учитывалось наличие в ландшафтах конкретных генетических резерватов и соответствие их породного состава зональному составу лесов. В некоторых ландшафтах обнаруживалось более двух резерватов, что считалось избыточным, а в других — отсутствие резерватов с лесными породами-доминантами для данного ландшафта. В результате такого ландшафтно-лесоводственного анализа имеющихся 72-х ЛГР оказалось теоретически допустимым сократить их количество до 62. После обследования и определения минимально оставляемого их количества, каждый из 62 резерватов был отнесен к одной из трёх условных категорий состояния: естественное, измененное по естественным причинам, измененное по антропогенным причинам. При антропогенных и естественных изменениях в насаждениях на

площади более чем 30% такие изменения относили уже к нарушениям структуры и целостности популяций, вследствие чего ЛГР с таким состоянием насаждений были рекомендованы к исключению сразу же после их обследования. В естественном состоянии обнаружено - 46 ЛГР, в изменённом по естественным причинам – 6, и в изменённом по антропогенным причинам - 10 резерватов из 62 рекомендуемых к оставлению (Рогозин, 2008). Более поздние исследователи (Санников П.Ю., 2011) прямо указывают уже на 46 природных резерватов Пермской области. Можно предположить, что после дополнительной оценки состояния ООПТ Пермского края по методике «Экологическая оценка состояния ООПТ регионального значения» (Бузмаков и др., 2011), результаты которой подводились в 2011 году, и согласно которой основной комплексный показатель состояния ООПТ – *средневзвешенная степень деградации*, изменённые по естественным и антропогенным причинам ЛГР также были лишены природоохранного статуса. Итого – статуса лишено 51 из 97 территорий, выделенных в 1980-х годах как ЛГР.

Проецируя соотношение, полученное нами на примере Свердловской области на общее число ЛГР, мы можем достаточно уверенно предположить, что до 60-80% (т.е. ориентировочно от 36 до 41 резерватов) из лишенных статуса ЛГР участков изначально имели в своем составе территории высокой категории защитности – нерестоохранные полосы, защитные насаждения вдоль рек и дорог и другие. Это подтверждается литературными данными: из 101 рекомендованных к выделению в качестве ЛГР Пермской области территорий только 31 не имели в своём составе участков высокой категории защитности. На остальных 70 территориях 37 участков имели категорию защитности «запретные полосы нерестилищ», 20 – «лесохозяйственная часть зелёных зон», 8 – «запретные полосы вдоль рек и водоёмов», 6 – заказники, 5 леса санитарной охраны водоснабжения и т.д., часто на рекомендованной территории было представлено несколько участков разных описанных категорий (Алесенков, Махнёв, Дягилева, 1992). На момент написания данной работы в литературе не найдено информации о том, что на каком-либо из рассмотренных этапов рассматривались категории защитности территории периода до выделения ЛГР в 1980-х годах, а также была ли проведена административная работа по возвращению выведенным из состава ООПТ территориям с высокой экологической ценностью соответствующих категорий защитности.

## **6.2. Оценка состояния 111 ЛГР с помощью спутниковых снимков**

Ввиду того, что при изучении источников литературы не удалось обнаружить разработанных методик анализа спутниковых снимков, учитывающих специфику работы с ЛГР, на основе анализа спутниковых снимков ЛГР Свердловской области нами были предложены и использованы в работе несколько специализированных параметров.

### А) Адекватность выделения границ GPS-метками в официальной документации.

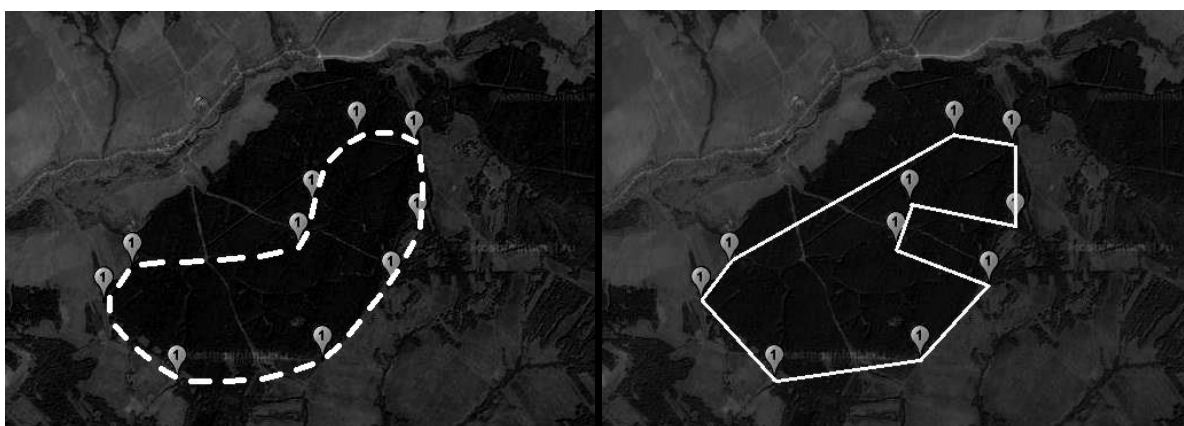
С целью оценки информативности указанных в документах ориентиров для практической работы с ЛГР предложен параметр «адекватность выделения границ GPS-метками» (Рисунки 6.1, 6.2), включающий три градации:

1. «Адекватно» - двойное толкование границ резервата невозможно; как правило, территория обозначена 4-6 точками, образующими выпуклый многоугольник и однозначно соединяемыми линиями (Рисунок 6.1)



**Рисунок 6.1.** Алапаевский ЛГР №1: 4 GPS-метки образуют выпуклый многоугольник, однозначно определяющий границы ЛГР (снимок с ресурса «Kosmosnimki.ru»)

2. «Требуется уточнения» - набор ограничивающих резерват GPS-меток можно соединить несколькими равноценными способами, что приводит к неопределённости в расположении части границ (Рисунок 6.2).



**Рисунок 6.2.** Артинский ЛГР №2: Пунктиром показан «наиболее очевидный» способ соединения пограничных GPS-меток, сплошной линией показана выявленная в ходе инвентаризации фактическая форма резервата (снимок с ресурса «Kosmosnimki.ru»)

3. «Требуется переделки» - указанные в документах GPS-координаты несут в себя явные ошибки, опечатки. Для работы с данными требуется исправление ошибочной информации (Рисунок 6.3).



**Рисунок 6.3.** Карпинский ЛГР №4: все закрепленные в документах пограничные GPS-метки находятся на одной прямой, выявить на их основе контуры резервата невозможно. Сплошной линией очерчена выявленная в ходе инвентаризации фактическая форма резервата (снимок с ресурса «Яндекс.Карты»)

В результате анализа информативности указанных в документах Министерства природных ресурсов GPS-ориентиров установлено, что 64 ЛГР (57,7%) выделены метками адекватно, 42 ЛГР (37,8%) требует уточнения отдельных границ с использованием материалов лесоустройств, и метки 5 ЛГР (4,5%) требуют переделки. В частности, исправления GPS-координат требуют: Карпинский ЛГР №4 (все точки на одной прямой), Новолялинский ЛГР №1 (опечатка в координатах точек 4 и 5), Режевской ЛГР №1 (опечатка в координатах точек 1 и 9), Североуральский ЛГР №2 (для всех точек не указаны значения минут географической широты), Тавдинский ЛГР №2 (все точки сдвинуты к югу по географической широте примерно на 70 км).

#### **Б) Нарушенность антропогенными воздействиями.**

Для дистанционной оценки сохранности ЛГР по спутниковым снимкам был введен параметр «нарушенность древостоя рубками», показывающий долю территории резервата, на которой визуально отмечены следы рубок, частых просек, дорог (Рисунок 6.4). На основе имеющихся разработок по выделению уровней антропогенной нарушенности ЛГР (Санников и др., 2015), параметр подразделяется на четыре градации в зависимости от доли нарушенной территории: 0-5%, 5-10%, 10-20%, более 20%.

Отношение общей площади резервата к площади визуально нарушенных рубками лесных массивов выявляли на снимках с использованием программы APFill 4.2. Для тех случаев, когда контуры резервата «требуют уточнения» - рассчитывалась средняя степень нарушенности для 2-4 основных вариантов границ резервата.

Проведённая оценка антропогенной нарушенности ограниченных утверждёнными в 2004 г. GPS-метками территорий показала повреждённость более 20% - у 54 ЛГР (48,7%), 10-20% - у 25 ЛГР (22,5%), 5-10% - у 6 ЛГР (5,4%), 0-5% - у 21 ЛГР (18,9%), по требующим переделки 5 ЛГР (4,5%) данных не получено.

Следует отметить, что в отдельных случаях повреждённость сплошными рубками достигает более 50% территории ЛГР, древостои нескольких резерватов практически уничтожены. Наиболее яркие примеры – Синячихинский ЛГР №3, Таборинский ЛГР №1.

Нельзя не упомянуть, что в ряде случаев сложно оценить, был ли причинен антропогенный ущерб или данные просеки и дороги изначально учитывались при выделении резервата. К примеру, резерват, включающий территории бывшей категории защитности «защитные полосы вдоль дорог» мог изначально включать и соответствующее дорожное полотно, что не следует считать ущербом, причиненным в период после выделения ЛГР. Поэтому в каждом случае принятия административных решений по конкретному ЛГР необходим индивидуальный анализ степени нарушенности.

### **В) Оценка географической изолированности ЛГР от окружающих насаждений.**

Важную роль для задачи сохранения местного генофонда при помощи ЛГР играет наличие буферной зоны, защищающей насаждения от иммиграции чуждой пыльцы и семян (Санников С.Н. и др., 2015). Буферная зона может быть либо безлесной, либо занятой посадками на основе семенного материала сохраняемого ЛГР. Данных о создании специализированных буферных зон на основе материала ЛГР в литературе не найдено, поэтому мы делаем допущение о генетической чуждости всех окружающих ЛГР древостоев - источников пыльцы. В ходе исследований проводили количественную оценку степени пространственной изолированности насаждений ЛГР от окружающих лесных массивов. Для этого по итогам изучения и ранжирования полученных данных, а также с учётом имеющихся разработок по выделению критериев ЛГР (Санников и др., 2015), нами были введены два параметра. Параметр «*изолированность*» показывает долю периметра, отделённого от окружающих лесных насаждений необлесенной буферной зоной. Параметр подразделяется на четыре градации: отсутствие буферной зоны; наличие буферной зоны по 0,125-0,25 периметра; 0,25-0,5 и 0,50-0,75 периметра соответственно. Кроме того, для каждой буферной зоны выявляли её среднюю ширину, названную «*буферным расстоянием*». В качестве его основных градаций приняты значения от 0,5 до 1 км, от 1 до 2 км, 2 и более км. Для тех случаев, когда контуры резервата «требуют уточнения» - рассчитывались средние значения изолированности и буферного расстояния для 2-4 наиболее типичных вариантов границ резервата.

Анализ дистанционной изолированности 111 резерватов от окружающих насаждений показал следующее: 76 резерватов (68,5% ЛГР) окружено сплошным лесным массивом,



необлесенная буферная зона отсутствует даже частично; 30 резерватов (27% ЛГР) имеют более или менее выраженную необлесенную буферную зону; по 5 резерватам, требующим переделки GPS-координат (4,5% ЛГР) данных не получено.

Для имеющих буферную зону 30 ЛГР значения изолированности распределились следующим образом: от 0,125 до 0,25 периметра изолировано у 14 ЛГР (из них часть буферной зоны проходит вдоль требующих уточнения границ у 2 ЛГР); от 0,25 до 0,5 периметра изолировано у 9 ЛГР (из них часть буферной зоны проходит вдоль требующих уточнения границ у 4 ЛГР); от 0,5 до 0,75 периметра изолировано у 7 ЛГР (из них часть буферной зоны проходит вдоль требующих уточнения границ у 3 ЛГР). Изолированных от окружающих лесных массивов по всему периметру ЛГР Свердловской области не обнаружено.

Буферное расстояние составляет от 0,5 до 1 км - у 8 ЛГР; от 1 до 2 км - у 2 ЛГР; более 2 км - у 20 ЛГР. Как показывает данное распределение, более 64% имеющихся буферных зон равны или превышают 2 км, более 93,5% имеющихся - равны или превышают 1 км. Наиболее изолированными по совокупности параметров являются следующие резерваты: Алапаевский №1 (1030 га), Артинский №2 (989 га), Каменск-Уральский №1 (505 га), Камышловский №1 (1071 га), Красноуфимский №1 (994 га).

Степень изоляции от иммиграции чуждой пыльцы и семян может быть более высокой за счёт разницы произрастающих внутри и вне обследованных резерватов лесобразующих видов, а также за счёт генетической однородности окружающих резерват насаждений с насаждениями данного ЛГР, для выявления чего необходимы натурные исследования.

### **6.3. Дистанционная оценка состояния 15 ЛГР, в которых проведено лесоводственно-таксационное обследование**

С целью анализа эффективности и возможностей использованного подхода к оценке состояния ЛГР на основе метода дистанционного обследования древостоев приведены конкретные результаты изучения 15 ЛГР Свердловской области, для которых также выполнено наземное лесоводственно-таксационное обследование.

**Красноуфимский ЛГР №1** (сохраняемая порода - сосна). Выделение метками - адекватное. Резерват имеет сложную структуру – состоит из двух отдельных частей. На спутниковых снимках видна степень антропогенной нарушенности более 20% – ровные, узкие, частые просеки на всей территории резервата, некоторое количество полностью вырубленных выделов - в основном, примыкающих к опушке. Вместе с тем насаждения абсолютно преобладают на территории выделенных кварталов над вырубками, а степень изолированности резервата равняется 0,75 периметра при среднем буферном расстоянии не менее 2 км, что в комплексе является одним из наивысших показателей среди ЛГР области.

**Краснофимский ЛГР №3** (сохраняемая порода - ель). Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность – более 20%: вырубки, просеки, дороги; к территории примыкают сельхозугодья и коттеджный поселок. Цветовая гамма древостоев на снимках позволяет предположить, что темнохвойные насаждения преобладают не более чем на 50% резервата. В ряде случаев геометрически правильные границы между участками леса могут говорить о целенаправленной рубке темнохвойных в прошлом. Изолированность – 0,25 периметра, среднее буферное расстояние 0,5 км.

**Краснофимский ЛГР №2** (сохраняемая порода - сосна). Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность – более 20%: на спутниковых снимках видны ровные, узкие, частые просеки на большей части территории лесного массива; на территории резервата имеются грунтовые дороги и отдельные вырубки, примыкает населенный пункт и сельхозугодья. Изолированность – 0,25 периметра, среднее буферное расстояние 1 км.

**Аргинский ЛГР №2** (сохраняемая порода - сосна). Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность – 10-20%: на снимках видно небольшое количество просек и грунтовых дорог. Изолированность – 0,75 периметра, что при среднем буферном расстоянии более 2 км является одним из наивысших показателей изолированности среди ЛГР области.

**Билимбаевский ЛГР №1** (сохраняемые породы - ель сибирская, сосна, берёзы бородавчатая и пушистая). Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность – 0-5%: имеются просеки, грунтовые дороги, следы упорядоченных рубок, к резервату примыкает населенный пункт. Изолированность – 0,5 периметра, среднее буферное расстояние более 2 км.

**Билимбаевский ЛГР №2** (сохраняемая порода - сосна). Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность – более 20%: на преобладающей территории резервата видны частые параллельные просеки, следы упорядоченных рубок, имеются иные просеки, грунтовые дороги. К резервату примыкают сельхозугодья и коттеджные поселки. Изолированность – требует уточнения границ, но не более 0,25 периметра, среднее буферное расстояние не более 1 км.

**Кушвинский ЛГР №3** (сохраняемые породы - ель сибирская, сосна, берёза пушистая). Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность – 10-20%: видны просеки, грунтовые дороги, несколько выделов вырублено полностью, на половине территории резервата имеются частые параллельные просеки. К резервату примыкает населенный пункт. Изолированность – отсутствует.

**Красноуральский ЛГР №1** (сохраняемые породы – берёзы бородавчатая и пушистая). Адекватность выделения метками – адекватно. Нарушенность – 10-20%: на трети территории

резервата видны очень частые параллельные просеки, несколько выделов вырублено полностью. Изолированность – отсутствует.

**Верхотурский ЛГР №1** (сохраняемые породы – берёзы бородавчатая и пушистая). Адекватность выделения метками – адекватно. Нарушенность 0-5%: через резерват проходят асфальтовая и грунтовая дороги; просек и следов рубок относительно немного (преимущественно на немногочисленных участках с высокой концентрацией темнохвойных). К резервату примыкает населенный пункт и незначительное количество сельхозугодий (предположительно, покосы). Изолированность – отсутствует.

**Асбестовский ЛГР №1** (сохраняемая порода - сосна). Адекватность выделения метками – требует уточнения. Резерват имеет 2 общих GPS-точки с Асбестовским ЛГР №2, что может быть общей границей либо ошибкой в документах. Нарушенность – более 20%: через резерват проходят асфальтовая и грунтовые дороги; на более чем 50% территории видны следы относительно частых параллельных просек, ряд выделов вырублен полностью, к резервату примыкает населенный пункт. Изолированность – до 0,25 периметра, среднее буферное расстояние до 200 м (требует уточнения границ ЛГР).

**Сухоложский ЛГР №1** (сохраняемая порода - сосна). Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность – более 20%: на 70% территории резервата видны узкие параллельные просеки, предположительно следы санитарных рубок; небольшое количество выделов вырублено полностью; на территории резервата проходят две широкие просеки ЛЭП; к резервату примыкают населенный пункт и сельхозугодья. Изолированность – до 0,25 периметра, среднее буферное расстояние до 2 км (требует уточнения границ ЛГР).

**Свердловский ЛГР №1** (сохраняемая порода - сосна). Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность – более 20%: на 90% территории резервата видны узкие параллельные просеки, предположительно следы санитарных рубок. Вырублено полностью незначительное количество выделов, но в восточной части резервата чередование цвета полос леса, ограниченных просеками, может говорить о широких сплошных рубках в недавнем прошлом (требует уточнения); на территории резервата проходят асфальтовые и грунтовые дороги, широкая просека ЛЭП, к резервату примыкает населенный пункт. Изолированность – 0,5 периметра, среднее буферное расстояние 1,6 км.

**Талицкий ЛГР №1** (сохраняемая порода - сосна). Адекватность выделения метками – требует уточнения. Резерват имеет сложную структуру выделения - состоит из трёх отдельных частей. Нарушенность – более 20%: резерват пересекают асфальтовая и грунтовые дороги, широкая просека трассы ЛЭП. На участках №1 и №2 просек практически не наблюдается, вырублено незначительное количество выделов. Участок 3 покрыт относительно недавними

широкими лесосечными просеками, ориентировочно вырублено около 1/6 территории насаждений всего резервата. Изолированность – отсутствует.

**Каменск-Уральский ЛГР №1** (сохраняемые породы – берёзы бородавчатая и пушистая). Адекватность выделения метками – адекватно. Нарушенность – 5-10%: несколько грунтовых дорог, следы рубок незначительны, ЛГР окружён сельхозугодьями и коттеджными посёлками. Изолированность – 0,75 периметра, среднее буферное расстояние - более 2 км.

**Каменск-Уральский ЛГР №2** (сохраняемая порода - сосна). Адекватность выделения метками – требует уточнения. Нарушенность - более 20%: на 90% территории резервата видны узкие параллельные просеки, предположительно следы санитарных рубок. Вырублено полностью незначительное количество выделов, но в центральной и восточной части резервата чередование цвета полос леса, ограниченных просеками, может говорить о широких сплошных рубках в недавнем прошлом (требует уточнения). К резервату примыкают коттеджные поселки и сельхозугодья. Изолированность – 0,5 периметра, среднее буферное расстояние более 2 км.

На основании полученных данных об исследованных ЛГР можно сделать предположение о связи степени нарушенности с составом насаждений. Наиболее пострадавшими являются 8 ЛГР с преобладанием в составе леса сосны обыкновенной, в одном случае – с преобладанием ели. Уровень нарушенности менее 20% имеют 6 из 15 ЛГР, и все они имеют отличия в составе леса: сложный состав древостоя либо преобладание берёзовых насаждений. Аналогичным образом, обнаруженные при полевом исследовании 15 ЛГР организационные проблемы (нерасчищенный ветровал, следы пожаров, подсочки, рубок, сдача территорий ЛГР в аренду) отмечены в насаждениях с преобладанием сосны и ели (Глава 4, Таблица 4.18).

#### **6.4. Опыт практической оценки класса генетического резервата *Pinus sylvestris* L. с помощью интегральной шкалы эколого-генетической оценки класса качества резерватов.**

Ранее в работе (в частности, при разработке параметров оценки ЛГР при помощи спутниковых снимков) мы неоднократно опирались на интегральную шкалу эколого-генетической оценки класса качества резерватов, подробно рассмотренную в пункте 1.1.2. литературного обзора (Санников и др., 2015). Данная шкала обосновывает конструктивные генетические и экологические принципы целесообразности выделения, оценки и классификации ЛГР, но на практике ранее не применялась. Проведенные нами разноплановые исследования (спутниковых снимков, санитарного состояния, всхожести семян) позволяют провести апробацию этой шкалы на конкретном объекте - Красноуфимском ЛГР №2 (Рисунки 6.4, 6.5).

**Площадь** Красноуфимского ЛГР №2 составляет 972 га, что согласно шкале соответствует II классу (от 0,5 до 1 тыс. га) данного критерия.

**Интенсивность селективных рубок** – по итогам оценки спутниковых снимков резервата (см. главу 5), следы нарушенности наблюдаются более чем на 20% территории. При допущении, что данные следы оставлены селективными рубками, значение параметра согласно используемой шкале не укладывается в допустимые величины.

**Относительный индекс инфлюкса чуждой пыльцы (ИЧП)** определяется как отношение интегральной площади взрослых древостоев - источников такой пыльцы, расположенных в буферной зоне шириной 1,5 км, к площади ЛГР (Санников и др., 2015). Используя спутниковые снимки резервата и снимки его карты его лесоустройства, имеющиеся в электронной базе данных, оцениваем данное соотношение, сделав допущение

о генетической чуждости всех окружающих ЛГР древостоев - источников пыльцы. В таком случае ИЧП = 100%, что согласно шкале не укладывается в допустимые величины.

**Жизненность древостоя**: согласно нашим полевым исследованиям (глава 4) по шкале категорий состояния деревьев «Санитарных правил в лесах Российской Федерации» (1998) индекс жизненного состояния сосны Красноуфимского ЛГР №2 составляет 2,24, что согласно шкале указывает на II категорию состояния древостоя («слабо повреждённые насаждения»).

**Всхожесть семян**, собранных на территории данного резервата, составляет 86,33, что по оригинальной зонально-дифференцированной шкале (Абдуллина, Санников, Корепанов, 2012) для территории северной лесостепи соответствует I классу качества.

Таким образом, согласно шкале измеренные параметры жизненности древостоя и всхожести семян, а также площадь резервата укладываются в допустимые величины. При этом ниже критических значений шкалы оказались значения таких параметров, как интенсивность селективных рубок и относительный индекс инфлюкса чуждой пыльцы (ИЧП) Согласно нашим наблюдениям, проводить первичную оценку этих двух параметров с использованием данных спутниковых снимков достаточно практично и эффективно. Однако следует учитывать, что их значения получены с использованием соответствующих допущений: визуальной оценки суммарного количества рубок и предположении о генетической чуждости всех окружающих ЛГР древостоев.

По итогам апробации можно сказать следующее: интегральная шкала эколого-генетической оценки класса качества резерватов перспективна для первичной оценки и сравнения ЛГР, при работе со шкалой могут успешно применяться данные, полученные на основе работы со спутниковыми снимками. При более углублённой работе с конкретными резерватами рекомендуется проводить дополнительные исследования с использованием материалов лесоустройств и анализом генетической общности древостоев ЛГР с окружающими лесными массивами.



**Рисунок 6.4.** – Спутниковый снимок Красноуфимского ЛПР №2. Наиболее светлым контуром очерчены границы резервата. Внутри границ резервата обведены тёмными линиями и пронумерованы участки, визуальнo подвергавшиеся селективным рубкам. Снаружи границ резервата обведены светлыми линиями и отмечены буквами древостой – источники чуждой пыли в рамках 1,5-километровой зоны (обозначена тёмной прямоугольной рамкой)



**Рисунок 6.5.** – Лесоустройство Красноуфимского ЛПР №2. Чёрным контуром очерчены границы резервата. Внутри границ резервата обведены светлыми линиями и пронумерованы участки, обозначенные как культуры (точное происхождение семенного материала неизвестно), номера входящих в состав ЛПР кварталов обведены кругами

### **6.5. Структура созданной электронной базы данных о ЛГР**

В ходе работы была создана единая электронная информационная база по генетическим резерватам основных лесообразующих видов Свердловской области передана в научную библиотеку Ботанического сада УрО РАН. Данные анализа спутниковых снимков всех 111 ЛГР занесены в единый файл-таблицу Excel. Дополнительно в информационную таблицу занесены такие параметры, как площадь, категория защитности, коренной тип леса, состав по породам (по 15 ЛГР из 111 данные не найдены), указана дополнительная значимая информация по каждому ЛГР и наиболее информативные для каждого конкретного ЛГР базы спутниковых снимков.

Пример информации в таблице:

№ резервата: 88

Название и номер: Синячихинский ЛГР №2

Лесхоз: Синячихинский

Лесничество: Синячихинское

№№ кварталов: 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199.

Координаты: (GPS-координаты меток)

Площадь: 1516 га

Категория защитности: Лесопарковая часть зеленых зон

Группа типов условий произрастания/коренной тип леса: См

Главная порода, состав: Берёза, ель, сосна.

Число меток: 10

Адекватность выделения границ: Требуют уточнения

Изолированность: 0,5

Буферное расстояние: от 1 до 2 км

Нарушенность антропогенными воздействиями: 5-10%

Примечания: дороги, просеки, вырубки в значимом количестве;

наиболее информативные базы данных для данного ЛГР - Yandex, Bing

Электронная информационная база по лесным генетическим резерватам основных лесообразующих пород (ЛГР) включает в себя следующую информацию:

Часть 1. База спутниковых снимков всех ЛГР Свердловской области (2,26 Гб)

А. Программа работы со спутниковыми снимками SAS-Planet.

Б. Спутниковые снимки различного уровня разрешения ЛГР Свердловской области; также дополнительные и поясняющие снимки (всего 1,32 Гб).

В. Результаты анализа спутниковых снимков ЛГР Свердловской области.

Г. Методика создания электронной базы спутниковых снимков ЛГР.

Часть 2. Таксационный анализ обследованных ЛГР Свердловской области (10 Мб)

А. Итоги таксационного обследования 15 ЛГР.

Б. Рабочие файлы таксационных обследований 15 ЛГР (переведенные в электронную форму материалы последних лесоустройств и пр.).

В. Шаблоны используемых при таксации ЛГР полевых документов.

Г. Методика обработки данных, применявшаяся в работе с ЛГР.

Д. Карта ООПТ области с отмеченными 15 ЛГР, обследованных таксационно.

Часть 3. Морфологический анализ обследованных ЛГР (2,2 Мб).

А. Папка с исходными рабочими данными для анализа шишек и семян 9 обследованных ЛГР.

Б. Папка с данными, подготовленными для анализа в программе Statistica.

В. Папка с таблицами сравниваемых признаков

Г. Карта ООПТ области, где отмечены 9 обследованных ЛГР

Часть 4. Геоботанический анализ обследованных ЛГР (0,3 Мб)

А. Исходные документы (списки видов, найденных в обследованных ЛГР)

Б. Результаты и выводы.

Часть 5. Санитарная оценка обследованных ЛГР (0,8 Мб)

А. Исходные данные по всем обследованным ЛГР

Б. Методика и результаты оценки санитарного состояния ЛГР

Часть 6. Законодательная база по генетическим ресурсам (российская, международная, сопутствующие документы) (16,2 Мб)

Часть 7. Рабочие материалы: перечни ЛГР Свердловской области, соседних областей (Челябинской, Пермской, Курганской), аналитическая документация (1,5 Мб).

Часть 8. Рабочие материалы (2,98 Гб)

А. Цветные снимки лесоустройств и таксационных описаний лесничеств - рабочие материалы для обследования ЛГР.

Б. Снимки карт кварталов обследованных ЛГР (обработано, отдельные снимки частей резерватов объединены в цельные карты в программе Photoshop).

В. Карты ООПТ Свердловской области с отмеченными 111 ЛГР, легенды к картам.

Г. Карта ООПТ Свердловской области - исходники наивысшего разрешения в различных форматах: JPG, TIF, CorelDRAW.

Д. Карта-схема лесничеств Свердловской области.

Е. Контактная информация лесничеств Свердловской области.



## **6.6. Выводы и рекомендации**

В заключение данной главы можно сделать следующие выводы:

1. Дистанционное изучение современного состояния ЛГР с помощью поиска в общедоступных некоммерческих базах данных и последующего анализа спутниковых снимков позволяет с достаточно высокой эффективностью оценить состояние резерватов при первичном анализе ситуации.

2. В ходе работы выявлены требующие исправления недочёты в данных документации Министерства природных ресурсов Свердловской области о генетических резерватах. В результате анализа информативности указанных в документах GPS-ориентиров установлено, что 64 ЛГР (57,7%) выделены метками адекватно, 42 ЛГР (37,8%) требует уточнения отдельных границ с использованием материалов лесоустройств, и метки 5 ЛГР (4,5%) требует переделки. В частности, исправления GPS-координат требуют: Карпинский ЛГР №4, Новолялинский ЛГР №1, Режевской ЛГР №1, Североуральский ЛГР №2, Тавдинский ЛГР №2. Предлагается провести отдельную работу для уточнения GPS-данных по ЛГР Свердловской области. В первую очередь для 5 ЛГР, GPS-ориентиры которых требуют переделки; затем - для 42 ЛГР, границы которых требует уточнения.

3. Проведенная при анализе спутниковых снимков оценка антропогенной нарушенности ограниченных GPS-метками территорий показала следы повреждённости более 20% территории у 54 ЛГР (48,7%), 10-20% территории - у 25 ЛГР (22,5%), 5-10% территории - у 6 ЛГР (5,4%), 0-5% территории - у 21 ЛГР (18,9%); по требующим переделки 5 ЛГР (4,5%) данных не получено. Следует отметить, что в отдельных случаях повреждения древостоев нанесены сплошными рубками и могут достигать более 50% площади резервата. Наиболее повреждёнными являются насаждения Синячихинского ЛГР №3, Таборинского ЛГР №1.

Дистанционная оценка 15 ЛГР с известным составом леса (для которых также выполнено наземное лесоводственно-таксационное обследование), позволяет предположить связь степени нарушенности с составом насаждений. Наибольшему риску антропогенных воздействий (например, незаконных рубок) подвергаются резерваты с преобладанием в составе леса сосны.

4. Анализ дистанционной изолированности 111 резерватов от окружающих лесных массивов выявил, что насаждения ЛГР Свердловской области не имеют полной географической изоляции от внесения чужеродного генетического материала. Из них 76 резерватов (68,5% ЛГР) окружено сплошным лесным массивом, необлесенная буферная зона отсутствует даже частично; 30 резерватов (27% ЛГР) имеют более или менее выраженную буферную зону; по 5 резерватам, требующим переделки GPS-координат (4,5% ЛГР) точных данных не получено.

5. Апробация интегральной шкалы эколого-генетической оценки класса качества резерватов показала её перспективность для первичной оценки и сравнения ЛГР. При этом отмечено, что использование, полученных на основе работы со спутниковыми снимками данных основано на определённых допущениях, и при работе с конкретными резерватами рекомендуется проводить дополнительные исследования с использованием материалов лесоустройств и анализом генетической общности древостоев ЛГР с окружающими насаждениями.

На основании полученных выводов можно предложить следующие рекомендации:

1. Применять дистанционное изучение современного состояния ЛГР с помощью регулярного анализа спутниковых снимков, получаемых как в общедоступных некоммерческих, так и в действующих на платной основе обновляемых базах данных. Конкретно для Свердловской области рекомендуется присоединить резерваты к программе спутникового контроля территорий, успевшей зарекомендовать в регионе свою эффективность.

2. Министерству природных ресурсов провести работу по уточнению GPS-данных по ЛГР Свердловской области. В первую очередь для 5 ЛГР, GPS-ориентиры которых требуют переделки. Во вторую очередь - для 42 ЛГР, границы которых требует уточнения.

3. В комплекс мер по дальнейшему сохранению высококачественного генетического фонда лесообразующих пород следует включить вопрос по созданию вокруг ЛГР буферных зон: как необлесенных, так и занятых древостоями отличающегося видового состава, либо посадками на основе семенного материала соответствующих ЛГР.

Ввиду того, что основная (>99%) масса пыльцы в древостое оседает на поверхности крон деревьев не далее расстояния, равного нескольким высотам древостоя (Санников, Гришина, 1979; Санников, Петрова, 2003; Stern, Roshe, 1974). Исходя из этого факта, занятая генетически идентичными ЛГР насаждениями или лесными культурами других пород эффективная буферная зона может быть существенно уже безлесной (около 100 м для сосны обыкновенной).

5. Целесообразным представляется создание в стране единой централизованной электронной базы по ЛГР, общедоступной для поиска и пополнения информации с помощью интернет-технологий.

6. Как при оценке, так и при возможном пересмотре статуса территорий ЛГР предлагается обращать отдельное внимание на изначальные (до перевода в состав ЛГР) категории защитности территорий резерватов, с целью предотвращения ухудшения состояния имеющих особую экологическую ценность участков леса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема создания системы лесных генетических резерватов в нашей стране возникла в связи с необходимостью сохранения генетических ресурсов основных видов–лесообразователей и остаётся актуальной. Проведённый анализ имеющихся в литературе сведений показал, что единой системы критериев в вопросах выделения и оценки состояния ЛГР до настоящего времени не создано, а данные по числу и площади резерватов в ряде случаев противоречивы и неупорядочены даже в пределах отдельных регионов. Актуальность проблемы связана также с необходимостью оптимизации отечественных подходов к устойчивому лесопользованию, что позволит значительно увеличить вклад лесного сектора в экономику страны. Кроме того, необходимость ревизии состояния и сохранения генетического разнообразия лесосеменного фонда определяется перспективами международного сотрудничества в области обмена генетическим материалом экономически ценных видов.

В решении данной проблемы среди существенных результатов по обоснованию необходимого количества и качества ЛГР на территориях отдельных регионов РФ следует отметить ряд работ отечественных исследователей (Рогозин, Запоров, Жекин, 2007; Видякин, 1997, 2004, 2007; Санников и др., 2015). Также анализ литературных данных о состоянии ЛГР показывает, что большое количество перемен в лесном хозяйстве в ряде случаев отрицательно сказалась на преемственности, сохранности и упорядоченности документации. Это значительно усложняет анализ влияния хозяйственной деятельности человека на генетический состав конкретных резерватов.

В ходе исследований состояния лесных генетических резерватов на территории Свердловской области было установлено:

1. Для всех изученных с помощью лесоводственного обследования ЛГР Свердловской области характерны высокие значения лесоводственных показателей насаждений (бонитет, полнота, запас на 1 га).
2. Для всех изученных с помощью лесоводственного обследования ЛГР Свердловской области характерны высокие либо удовлетворительные значения показателей санитарного состояния древостоев. Из 15 обследованных ЛГР 11 относятся к слабо-повреждённым насаждениям, 4 – к условно здоровым насаждениям.
3. В настоящее время на отдельных участках ЛГР, особенно в западной части Свердловской области, происходит смена сохраняемых светлохвойных (сосновых) лесов темнохвойными (еловыми и пихтовыми).
4. *Pinus sylvestris* из различных ЛГР Свердловской области достоверно различается как по комплексу морфологических признаков шишек и семян, так и по значениям генетических

дистанций Неи. Различия генетической и морфологической структуры изученных насаждений в системе ЛГР в целом соответствуют лесорастительному районированию Б.П. Колесникова и региональным особенностям климата и рельефа. Выявленные показатели богатства генофонда (полиморфизм и гетерозиготность) изученных выборок *Pinus sylvestris* соответствуют характерным для данной части ареала.

5. В документации Министерства природных ресурсов Свердловской области выявлены требующие исправления недочёты в данных о GPS-ориентирах границ ЛГР. Для 42 ЛГР области из 111 требуется уточнение отдельных границ на основе материалов лесоустройства, ориентиры 5 ЛГР требуют переделки.

6. Оценка антропогенной нарушенности древостоев, проведенная при анализе спутниковых снимков ограниченных GPS-метками территорий ЛГР показала, что следы повреждённости более 20% территории наблюдаются у 54 ЛГР, повреждённости 10-20% территории - у 25 ЛГР, повреждённости 5-10% территории - у 6 ЛГР и повреждённости 0-5% территории - у 21 ЛГР. По 5 ЛГР, требующим переделки GPS-координат, точных данных не получено. В отдельных случаях повреждения древостоев нанесены сплошными рубками и составляют более 50% площади резервата.

7. Анализ степени географической изолированности резерватов от заноса постороннего генетического материала (пыльцы, семян) из окружающих насаждений выявил, что 76 ЛГР окружено сплошным лесным массивом, а 30 ЛГР имеют в безлесную буферную зону вдоль части периметра.

8. Интегральная шкала эколого-генетической оценки класса качества резерватов (Санников и др., 2015) перспективна для первичной оценки и сравнения ЛГР, при этом для работы со шкалой могут успешно применяться данные, полученные на основе работы со спутниковыми снимками.

Для сохранения и улучшения системы ЛГР Свердловской области рекомендуется следующее:

1. Присоединить резерваты к программе спутникового контроля наличия нелегальных рубок, показавшей в регионе свою эффективность, либо осуществлять регулярный спутниковый мониторинг состояния ЛГР с помощью анализа спутниковых снимков из обновляемых баз данных (как бесплатных, так и коммерческих).

2. Министерству природных ресурсов Свердловской области рекомендуется провести работу по коррекции GPS-меток границ резерватов для 5 ЛГР, GPS-ориентиры которых требуют переделки и для 42 ЛГР, границы которых требуют уточнения.

3. С целью сохранения генетического и репродуктивного потенциала насаждений на территории резерватов рассмотреть вопрос проведения рекомендованных ранее А.К. Махнёвым (Махнёв, 2010) рубок обновления и переформирования, и, по необходимости – сопутствующих лесовосстановительных работ на базе местного семенного материала. В первую очередь следует обращать внимание на ЛГР с высокой степенью антропогенной нарушенности и ЛГР запада области, где проявляется тенденция смены сохраняемых светлохвойных пород на темнохвойные.

4. В комплекс мер по дальнейшему сохранению высококачественного генетического фонда лесобразующих пород следует включить вопрос по созданию вокруг ЛГР защищающих от заноса чуждой пыльцы и семян буферных зон: как необлесенных, так и занятых древостоями отличающегося видового состава, либо посадками на основе семенного материала ЛГР. Минимальным достаточным радиусом облесенной буферной зоны для ЛГР сосны следует считать 100 м.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абатурова М. П. Исследование элементарных признаков ели обыкновенной / М. П. Абатурова // Научные основы селекции хвойных древесных пород. - М.: 1978. - С. 87-98.
2. Абатурова М. П. Кариологическая характеристика популяций сосны обыкновенной в азиатской части СССР / М. П. Абатурова, О. П. Шершукова // Цитология и генетика. - 1981. - Т. 15, № 1. - С. 18-22.
3. Абдуллина Д. С. Зонально-географические особенности всхожести семян сосны обыкновенной в Западной Сибири / Д. С. Абдуллина, С. Н. Санников, В. А. Корепанов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2012. - №6. - С. 27-30.
4. Александровский Е. С. Проблемы изучения и сохранения лесных генетических ресурсов Узбекистана / Е. С. Александровский // Программы сохранения и постоянного воспроизводства лесных генетических ресурсов в Новых Независимых Государствах бывшего СССР. Материалы совещания 23-26 сентября 1996, Беловежа, Беларусь. Издательства Arboга Publishers, Зволен, Словакия и Международный Институт Генетических Ресурсов Растений, Рим, Италия. - 1998. - С. 85-88.
5. Алексеев А. С. Мониторинг лесных экосистем: учебное пособие для вузов / А. С. Алексеев // СПб.: Лесотехническая Академия, 1997. - 116 с.
6. Алексеева Л. В. Влияние социально-экономических условий на формирование системы охраняемых природных территорий / Л. В. Алексеева // Социально-экономические и экологические аспекты совершенствования деятельности заповедников. - М.: 1985. - С. 6-22.
7. Алексеева Л. В. Дифференциация размеров заповедников / Л. В. Алексеева, К. Д. Зыков // Социально-экономические и экологические аспекты совершенствования деятельности заповедников. - М.: 1985. - С. 37-48.
8. Алентьев Н. П. Генетические ресурсы республики Адыгея и проблемы их сохранения и восстановления / Н. П. Алентьев, Н. Б. Никишина // Материалы 3-го международного совещания «Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири» 23-29 августа 2011. - Красноярск: тип. ООО «Дарма». - 2011. - 181 с.
9. Алесенков М. Ю. Лесные генетические резерваты Пермской области / М. Ю. Алесенков, А. К. Махнёв, Е. С. Дягилева // Техногенные воздействия на лесные сообщества и проблемы их восстановления и сохранения: Сборник научных трудов. - Екатеринбург: Наука. - 1992. - С. 5-27.
10. Андреева, Е. Н. Методы изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева, И. Ю. Баккал, В. В. Горшков и др. // СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2002. - 240 с.

11. Багаев Е. С. Генетический резерват осины исполинской в Костромской области / Е. С. Багаев // Лесохозяйственная информация. - 2008. - № 10-11. - С. 36-38.
12. Барталев С. А. Разработка методов оценки состояния и динамики лесов на основе данных спутниковых наблюдений : дис. ... докт. техн. наук : 01.04.01 // Барталев Сергей Александрович. - Москва, 2007. - 291 с.
13. Барталев С. А. Оценка площади повреждений наземных экосистем Северной Евразии пожарами в 2001-2003 годах по спутниковым данным инструмента SPOT-Vegetation / С. А. Барталев, В. А. Егоров, Е. А. Лупян, И. А. Уваров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сборник научных статей. - М.: GRANP polygraph. - 2005. - Т. 2. - С. 354-366.
14. Беляев А. И. Использование спутниковых данных в системе дистанционного мониторинга лесных пожаров МПР РФ / А. И. Беляев, Г. Н. Коровин, Е. А. Лупян // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сборник научных статей. - М.: GRANP polygraph, 2005. - Т. 1. - С. 20-29.
15. Борисова В. В. Генетические лесные резерваты в сети ООПТ Вологодской области / В. В. Борисова // Вестник НСО: Серия "Физико-математические и естественнонаучные дисциплины". - Тематический выпуск. - Вологда. - 2004. - С. 14-18.
16. Бударрагин В. А. Анализ кариотипов изолированных популяций сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в северном и центральном Казахстане / В. А. Бударрагин // Генетика. - 1973. - Т. 9, №1. - С. 41-46.
17. Бударрагин В. А. Кариологическая характеристика сосны обыкновенной и пихты сибирской Казахстана: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.15 / Бударрагин Вячеслав Андреевич. - Алма-Ата, 1974. - 24 с.
18. Бузмаков С. А. Методические указания «Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения» / С. А. Бузмаков, С. А. Овеснов, А. И. Шепель, А. А. Зайцев // Географический вестник. - 2011. - № 2. - С. 49-59.
19. В Ахунско-Ленинском лесничестве выращивают деревья элитных пород. [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства лесного, охотничьего хозяйства и природопользования Пензенской области. - Новости от 22.01.14. - Режим доступа:[http://uprles.pnzreg.ru/publikacii/V\\_Ahunsko\\_Leninskom\\_lesnichestve\\_vyrashchivayut\\_derevya\\_elitnyh\\_porod](http://uprles.pnzreg.ru/publikacii/V_Ahunsko_Leninskom_lesnichestve_vyrashchivayut_derevya_elitnyh_porod)
20. Вепринцев Б. Н. Консервация генетических ресурсов / Б. Н. Вепринцев, Н. Н. Ротт // Природа. - 1978. - №11. - С. 15-20.

21. Вепринцев Б. Н. Консервация генетических ресурсов (Экспериментальные и теоретические предпосылки получения живых животных из клеток, несущих генетическую информацию) / Б. Н. Вепринцев, Н. Н. Ротт // ОНТИ НЦБИ Пушино. - 1980.
22. Вересин М. М. Значение и использование лесотипологических форм древесных пород в лесной селекции / М. М. Вересин // Научные записки ВЛТИ. - 1960. - Т. 18. - С. 520.
23. Вересин М. М. Лесное семеноводство / М. М. Вересин // М.: Гослесбумиздат, 1963. - 158 с.
24. Видякин А. И. Индексная оценка признаков популяционной структуры сосны обыкновенной / А. И. Видякин // Лесоведение. - 1991а. - № 1. - С. 57-62.
25. Видякин А. И. Изменчивость форм шишек в популяциях сосны обыкновенной на востоке европейской части СССР / А. И. Видякин // Лесоведение. - 1991б. - № 3. - С. 45-52.
26. Видякин А. И. Изменчивость формы апофизов шишек в популяциях сосны обыкновенной на востоке европейской части России / А. И. Видякин // Экология. - 1995. - №5. - С. 356-362.
27. Видякин А. И. Миграция в голоцене и популяционная структура *Pinus sylvestris* L. на востоке европейской части России / А. И. Видякин // Жизнь популяций в гетерогенной среде. - Йошкар-Ола, 1998. - Ч. 2. - С. 4-12.
28. Видякин А. И. Популяционная структура сосны обыкновенной на востоке европейской части России : автореф. дис. ... докт. биол. наук. : 03.00.16 / Видякин Анатолий Иванович. - Екатеринбург, 2004. - 46 с.
29. Видякин А.И. Фенетика, популяционная структура и сохранение генетического фонда сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / А. И. Видякин // Хвойные бореальной зоны. - 2007. - Т. XXIV. - № 2, 3. - С. 159-166.
30. Видякин А. И. Фены лесных древесных растений: выделение, масштабирование и использование в популяционных исследованиях (на примере *Pinus sylvestris* L.) / А. И. Видякин // Экология. - 2001. - №3. - С. 197-202.
31. Власенко, В. Э. Состояние и устойчивость хвойных лесов в условиях аэротехногенного загрязнения на Среднем Урале / В. Э. Власенко, С. Л. Менщиков, А. К. Махнев // Экология. - 1995. - №3. - С. 193-196.
32. Волкова Е. М. Морфолого-биологические особенности и изменчивость сосны обыкновенной, произрастающей в условиях олиготрофных болот средней и южной тайги: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05 // Волкова Елена Михайловна. - М., 2000. - 19 с.
33. Воробейчик, Е. Л. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень) / Е. Л. Воробейчик, О. Ф. Садыков, М. Г. Фарафонов // Екатеринбург: УИФ "Наука", 1994. - 280 с.



34. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды и влиянии факторов обитания на здоровье населения Свердловской области в 1995 г. - Екатеринбург: Аэрокосмоэкология, 1996. - 218 с.

35. «Выживший благодаря войне - история Себежского национального парка» // Газета Псковская Губерния. - 2003 г. - № 21 (142) от 04-10 июня.

36. Габрилавичюс Г. Изучение и сохранение генетических ресурсов лесных древесных видов в Литве / Г. Габрилавичюс, Ю. Данусявичюс // Программы сохранения и постоянного воспроизводства лесных генетических ресурсов в Новых Независимых Государствах бывшего СССР. Материалы совещания 23-26 сентября 1996, Беловежа, Беларусь. Издательство Arbora Publishers, Зволе, Словакия и Международный Институт Генетических Ресурсов Растений, Рим, Италия. - 1998 - С. 26-33.

37. Ганиев Р. М. Пространственная структурированность генетической изменчивости лесообразующих видов Южного Урала: автореф. дис. ... канд. биол. наук. : 03.00.05 / Ганиев Рустам Маратович. - Уфа, 2000. - 25 с.

38. Глотов Н. В. Оценка генетической гетерогенности природных популяций: количественные признаки / Н. В. Глотов // Экология. - 1983. - №1. - С. 3-10.

39. Гончаренко Г. Г. Уровень генетической изменчивости и дифференциации у сосны обыкновенной в природных популяциях Украинских Карпат / Г. Г. Гончаренко, Р. Т. Волосянчук, А. Е. Силян, Р. М. Яцык // Доклад АН Белоруссии. - 1995. - Т. 39, № 1. - С. 71-76.

40. Гончаренко Г. Г. Генетическая структура, таксонометрические и филогенетические взаимоотношения у пихт СНГ / Гончаренко Г. Г., Падутов В. Е. // Докл. РАН. - 1995. - Т. 342, № 1. - С. 122-126.

41. Гончаренко Г. Г. Лесные генетические ресурсы Республики Беларусь // Программы сохранения и постоянного воспроизводства лесных генетических ресурсов в Новых Независимых Государствах бывшего СССР. / Г. Г. Гончаренко, А. Е. Падутов. Материалы совещания, 23-26 сентября 1996, Беловежа, Беларусь. Издательство Arbora Publishers, Зволен, Словакия и Международный Институт Генетических Ресурсов Растений, Рим, Италия. - 1998. - С. 21-25.

42. Гончаренко Г. Г. Генетическая структура, изменчивость и дифференциация ели Глена (*P. glehnii* Mast.) на о. Сахалин / Г. Г. Гончаренко, В. В. Потенко // ДОКЛ. СССР. - 1991а. - Т. 321, № 3. - С. 606-611.

43. Гончаренко Г. Г. Параметры генетической изменчивости и дифференциации в популяциях ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) / Г. Г. Гончаренко, В. В. Потенко // Генетика. - 1991б. - Т. 27, № 10. - С. 1759-1772.

44. Гончаренко Г. Г. Исследование генетической структуры и уровня дифференциации у *Pinus sylvestris* L. в центральных и краевых популяциях Восточной Европы и Сибири / Г. Г. Гончаренко, А. Е. Силин, В. Е. Падутов // Генетика. - 1993. - Т. 29, № 12. - С. 2019-2037.

45. Границы особо охраняемых территорий Свердловской области / Ответственный исполнитель Н. С. Глазырина // приложение к рукописному отчету ОАО «Уральская геологосъёмочная экспедиция» для МПР Свердловской области. - Екатеринбург: Архив МПР Свердловской области, 2004.

46. Грек В. С. Категенский кедряч - генетический лесной резерват Хабаровского края. Материалы 3-го международного совещания «Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири» 23-29 августа 2011 / Грек В. С., Нечаев А. А., Морин В. А. // Красноярск: тип. ООО «Дарма», 2011. - 181 с.

47. Гришина И. В. Изоляция и феногенетические различия смежных болотных и суходольных популяций сосны обыкновенной / И. В. Гришина // Экология. - 1985.- №5. - С. 14-20.

48. Данченко А. М. Популяционная изменчивость березы / А. М. Данченко // Новосибирск: Наука, 1990. - 205 с.

49. Данченко А. М. Лесные ресурсы Томской области, сохранение и воспроизводство кедровых лесов / А. М. Данченко, И. А. Бех // Программы сохранения и постоянного воспроизводства лесных генетических ресурсов в Новых Независимых Государствах бывшего СССР. Материалы совещания, 23-26 сентября 1996, Беловежа, Беларусь. Издательство Arbora Publishers, Зволен, Словакия и Международный Институт Генетических Ресурсов Растений, Рим, Италия. - 1998. - С. 62-66.

50. Дашкевич М. Д. Влияние величины шишек сосны обыкновенной на выход семян, их качество и рост сеянцев в питомнике / М. Д. Дашкевич // Лесной журнал. - 1961. - №3. - С. 159-161.

51. Дворецкий Н. И. Изменчивость морфологических признаков сосны обыкновенной в Восточном Забайкалье / Н. И. Дворецкий // Лесоведение. 1993. - № 4. - С. 77-80.

52. Девятова Н. В. Съёмка MODIS/TERRA в мониторинге вспышек массового размножения очагов насекомых-вредителей / Н. В. Девятова, Д. В. Ершов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных объектов и явлений. Сборник научных статей. М.: GRANP polygraph, 2005. - Т. 2. - С. 262-266.

53. Демиденко В. М., Урусов В. М. Популяционная структура сосны на Алтае / В. М. Демиденко, В. М. Урусов // Лесная селекция. - Новосибирск, 1990. - С. 67-68.

54. Достопримечательности и памятники природы Зеленодольского района [Электронный ресурс] // Сайт туристического коллектива. - Дата обращения 23.07.2015. - Режим доступа: <http://komanda-k.ru/Татарстан/достопримечательности-и-памятники-природы-зеленодольского-района>
55. Драгавцев В. А. Феногенетический анализ изменчивости в растительных популяциях / В. А. Драгавцев // Вестник АН КазССР. - 1963. - №10. - С. 33.
56. Ермолин Б. В. ОПТ Вологодской области / Б. В. Ермолин // Охраняемые природные территории Европейского Севера России. - Архангельск: ПГУ, 1999. - С. 90 - 91.
57. Жаркова А. М. О краснопыльничковой сосне обыкновенной в Казахском мелкосопочнике / А. М. Жаркова // Труды Омского педагогического ин-та. - 1974. - Вып. 79. - С. 36-48.
58. Жилиев Г. Г. Життездатшсть популяции трав'яних багаторичниов: Ав-тореф. дис. д-ра биол. наук / Г. Г. Жилиев // Днепрпетровськ, 2001. - 36 с.
59. Загоскина Н. В. Биотехнология: теория и практика / Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко, Е. А. Калашникова, Е. А. Живухина // М.: Оникс, 2009. - 496 с.
60. Закон Челябинской области «Об ООПТ Челябинской области» от 14 мая 2002 года N 81-ЗО (ред. 2014 г). - Челябинск, 2002/2014.
61. Заповедники СССР. Национальные парки и заказники. Справочное издание [Электронный ресурс] / Под ред. Сальникова А. Л. // 1993 г. - Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/7-parki-i-zakazniki/index.htm>
62. Зонтиков Д. Н. Рост и продуктивность *Populus tremula* L. в Костромской области [Электронный ресурс] / Д. Н. Зонтиков и др.// Научный журнал КубГАУ. - 2013. - №91(07). - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/16.pdf>
63. Зыков К. А. Функции и классификация охраняемых территорий / К. А. Зыков // Современные проблемы заповедников. - Курск. - 1980. - С. 58-70.
64. Ильинов, А. А. Фенотипическая и генетическая структура популяций Ели финской в условиях промышленного загрязнения в Мурманской области / А. А. Ильинов // Современные экологические проблемы Севера: материалы международной конференции. - Апатиты: изд-во Кольского науч. центра РАН. - 2006.
65. Ильинова М. К. Изменчивость монотерпенов хвои ели в Карелии / М. К. Ильинова, В. В. Тренин // Научные основы селекции древесных растений Севера. - Петрозаводск, 1998. - С. 119-122.
66. Ильичёв Ю. Н. Генетико-селекционные объекты кедра сибирского (*Pinus sibirica*) в республике Алтай: структура, стратегия совершенствования и использования / Ю. Н. Ильичёв //

Материалы 3-го международного совещания «Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири» 23-29 августа 2011. - Красноярск: тип. ООО «Дарма», 2011. - 181 с.

67. Ирошников А. И. Структура популяций хвойных пород Южной Сибири / А. И. Ирошников // Теоретические основы внутривидовой изменчивости и структура популяций хвойных пород. - Свердловск, 1974. - С. 30-35.

68. Ирошников А. И. Полиморфизм хвойных Сибири / А. И. Ирошников // Проблемы лесоведения Сибири. - М.: Наука, 1977. - С. 98-123.

69. Ирошников А. И. Проблемы селекции и внутривидовой дифференциации лесных древесных растений в работах В. Н. Сукачева / А. И. Ирошников // Проблемы лесной биогеоценологии. - Новосибирск: 1980. - С. 15-33.

70. Исаев А. С. Использование спутниковых данных для мониторинга биоразнообразия лесов / А. С. Исаев, С. В. Князева, М. Ю. Пузаченко, Т. В. Черненькова // Исследование земли из космоса. - 2009. - № 2. - С. 1-12.

71. Исаев А. С. Мониторинг биоразнообразия лесов: результаты и перспективы. Антропогенная трансформация таёжных экосистем Европы: экологические, ресурсные и хозяйственные аспекты / Исаев А. С., Черненькова Т. В. // Петрозаводск: 2004. - С. 78-82.

72. Калакуцкий Л. В. Доступ к генетическим ресурсам / Л. В. Калакуцкий // Вестник РАН. - 2001. - Т. 71, № 5. - С. 396-404.

73. Кальченко Л. И. История создания объектов единого генетико-селекционного комплекса сосны обыкновенной в Алтайском крае. Материалы 3-го международного совещания «Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири» (23-29 августа 2011 г., г. Красноярск) / Л. И. Кальченко, А. Я. Бондарев, Г. А. Галецкая // Красноярск: тип. ООО «Дарма». - 181 с.

74. Каменский Г. Г. Горно-лесные почвы Среднего Урала / Г. Г. Каменский // Учёные записки Уральского гос. университета. - Свердловск, 1957. - Вып. 15. - С. 142-158

75. Каппер О. Г. Хвойные породы / О. Г. Каппер // М.; Л.: Гослесбуиздат, 1954. - 303 с.

76. Карташова Л. На Кайбицкие дубравы положила глаз Европа [Электронный ресурс] // Общественно-политическая газета «Республика Татарстан». - 2013. - №33 (27450). - Режим доступа: <http://www.rt-online.ru/articles/rubric-75/72424/>

77. Картелев В. Г. Изучение и сохранение генетических ресурсов лесов Северного Кавказа / В. Г. Картелев, В. А. Олисов // Программы сохранения и постоянного воспроизводства лесных генетических ресурсов в Новых Независимых Государствах бывшего СССР. Материалы совещания, 23-26 сентября 1996, Беловежа, Беларусь: Издательство Arbora Publishers, Зволен, Словакия и Международный Институт Генетических Ресурсов Растений, Рим, Италия. - 1998. - С. 74-76.

78. Ковалевич А. И. Генетико-селекционные основы рационального использования лесных ресурсов Беларуси / А. И. Ковалевич, В. Е. Падутов, А. И. Сидор, А. П. Кончиц // Лісовий журнал. - 2011. - Т. 1. - С. 19-23.

79. Кожевников Г. А. О заповедных участках / Г. А. Кожевников // Третий Всероссийский съезд охотников в Москве в 1909 г. - М.: 1911. - Ч. 2. - С. 371-378.

80. Козубов Г. Сбереечь для потомков. Сохранение и перспективы изучения лесных генетических ресурсов в республике Коми [Электронный ресурс] / Г. Козубов, С. Дегтева // Сайт Института биологии Коми УрО РАН. - Новости 17.12.2001. - Режим доступа: <http://ib.komisc.ru/add/old/t/ru/ir/vt/99-20/04.html>

81. Колесников Б. П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: практическое руководство / Б. П. Колесников, Р. С. Зубарева, Е. П. Смолоногов // Свердловск: изд. УНЦ АН СССР, 1974. - 175 с.

82. Колов О. В. Современное состояние и устойчивое сохранение лесного биоразнообразия и лесных генетических ресурсов горных лесов Кыргызстана / О. В. Колов, Ш. Б. Бикиров // Вестник Международного Университета Кыргызстана. - Бишкек: 2000. - № 4 (12). - С. 22-30.

83. Конвенция о биологическом разнообразии. Текст и прил. - UNEP/CBD, 1995. - 34 с.

84. Коновалов В. Ф. Состояние и перспективы развития селекции древесных растений в республике Башкортостан / В. Ф. Коновалов, Ю. А. Янбаев, Э. И. Галеев и др. // Аграрный вестник Урала. - 2010. - №3(69). - С. 98-99.

85. Концепция Федеральной программы «Развитие лесного семеноводства на период 2009 - 2020 г.г.» [Электронный ресурс] // Сайт Департамента лесного хозяйства по УрФО. Режим доступа: <http://www.deplesurfo.ru/cgi-bin/articles/view.cgi?id=5008>

86. Копылов В. Н. Система мониторинга состояния лесных ресурсов региона на основе геоинформационных технологий наземных и спутниковых данных / В. Н. Копылов, Г. А. Кочергин, И. А. Маслов, В. Ю. Полищук, Ю. М. Полищук, В. А. Хамедов // Вестник Югорского государственного университета. - 2009. - Вып. 3 (14). - С. 52-57.

87. Копылов В. Н. Синтез оптических и радиолокационных космических снимков при решении задачи оперативного обнаружения лесных гарей / В. Н. Копылов, Ю. М. Полищук, В. А. Хамедов // Материалы 3-го Международного научного конгресса «Гео-Сибирь-2007», Новосибирск 25-27 апреля 2007 г. - Новосибирск: СГГА, 2007. - С. 157-161.

88. Корепанов А. В. Популяционно-экологические основы лесного семеноводства сосны обыкновенной: автореф. дис. ... канд. биол. : 03.00.16 / Корепанов Александр Васильевич. - Екатеринбург, 1994. - 21 с.

89. Коробко П. В. О состоянии и мерах по сохранению лесных генетических ресурсов на юго-востоке Республики Казахстан / П. В. Коробко // Программы сохранения и постоянного воспроизводства лесных генетических ресурсов в Новых Независимых Государствах бывшего СССР. Материалы совещания, 23-26 сентября 1996, Беловежа, Беларусь. Издательство Arbora Publishers, Зволен, Словакия и Международный Институт Генетических Ресурсов Растений, Рим, Италия. - 1998. - С. 82-84.

90. Крупеников А. И. О произрастании сосны (*Pinus sylvestris* L.) на солончаковых почвах / Крупеников А. И. // Доклад АН СССР. - 1943. - Т. 41, № 6. - С. 273-276.

91. Крутовский К. В. Генетическая изменчивость сибирской кедровой сосны *Pinus sibirica* Du Tour. Сообщение IV. Генетическое разнообразие и степень генетической дифференциации между популяциями / К. В. Крутовский, Д. В. Политов, Ю. П. Алтухов, Л. И. Милютин, Г. В. Кузнецова, А. И. Ирошников, В. Н. Воробьев, Н. А. Воробьева // Генетика. - 1989. - Т. 25, №11. - С. 2009-2032.

92. Крутовский К. В. Межвидовая генетическая дифференциация кедровых сосен Евразии по изоферментным локусам / К. В. Крутовский, Д. В. Политов, Ю. П. Алтухов // Генетика. - 1990. - Т. 26, № 4. - С. 694-707.

93. Крыкбаева Р. Н. Труды Катон-Карагайского государственного национального природного парка / Р. Н. Крыкбаева, А. Н. Челышев // Усть-Каменогорск: ТОО «ПРОФИТ», 2006. - 278 с.

94. Кузьмина Н. А. Изменчивость сосны обыкновенной в Приангарье / Н. А. Кузьмина // Лесоведение. - 1985. - № 2. - С. 40-46.

95. Кулагин, Ю. З. Древесные растения и промышленная среда / Ю. З. Кулагин // М.: Наука, 1974. - 125 с.

96. Курм М. Леса Эстонии и сохранение их генетических ресурсов // Программы сохранения и постоянного воспроизводства лесных генетических ресурсов в Новых Независимых Государствах бывшего СССР / М. Курм, Ю. Тамм // Материалы совещания, 23-26 сентября 1996, Беловежа, Беларусь. Издательство Arbora Publishers, Зволен, Словакия и Международный Институт Генетических Ресурсов Растений, Рим, Италия: 1998. - С. 33-36.

97. Кутышева В. О природе пород, или перспективы развития лесной селекции на Вологодчине / В. Кутышева // С.-П.: ЛесПромИнформ. - 2009. - №6 (64).

98. Лагунов А. В. История создания сети особо охраняемых природных территорий Челябинской области / А. В. Лагунов, Е. И. Вейсберг // Проблемы географии Урала и сопредельных территорий: Материалы III межрегиональной научно-практической конференции 15-17 мая 2008 г. Челябинск: АБРИС. - 2008. - С. 113 - 119.

99. Лебедев А. Г. Особенности естественного возобновления сосны в генетических резерватах подзоны хвойно-широколиственных лесов Кировской области [Электронный ресурс] / А. Г. Лебедев // Материалы III международного совещания по сохранению лесных генетических ресурсов Сибири. - Режим доступа: <http://conf.nsc.ru/cfgrs2011/reportview/61757>

100. Лебедев В. А. Создание и анализ электронной базы спутниковых снимков генетических резерватов основных лесообразующих пород Свердловской области / В. А. Лебедев // Ботанические сады: от фундаментальных проблем до практических задач: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных «Ботанические сады: от фундаментальных проблем до практических задач» (7-10 октября 2014 г., г. Екатеринбург). - Екатеринбург: изд. ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2014. – С. 56 - 59.

101. Лебедев В. А. Анализ спутниковых снимков генетических резерватов основных лесообразующих пород Свердловской области / В. А. Лебедев // Современные исследования природных и социально-экономических систем. Инновационные процессы и проблемы развития естественнонаучного образования: Материалы международной научно-практической конференции (11-12 декабря 2014 г., г. Екатеринбург). - Екатеринбург: изд. ФГБОУ ВПО УрГПШУ, 2014. - С. 71-75.

102. Лебедев В. А. Инвентаризация генетических резерватов основных лесообразующих пород Свердловской области на основе анализа спутниковых снимков / В. А. Лебедев // Актуальные вопросы современного естествознания Южного Урала: материалы всероссийской научно-практической конференции к 130-летию со дня рождения И. М. Крашенинникова (2 декабря 2014 г., г. Челябинск). – Челябинск: изд. ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный университет», 2014. - С. 134-137.

103. Лебедев В. А. Эколого-генетическая оценка состояния лесных генетических резерватов на территории Свердловской области / В. А. Лебедев // Экология: факты, гипотезы, модели. Материалы конференции молодых учёных, ИЭРиЖ УрО РАН (11–15 апреля 2016 г., г. Екатеринбург). - Екатеринбург: изд. «Гошицкий», 2016. — С. 54 - 55.

104. Лебедев, В. А. Эколого-генетическая оценка состояния лесных генетических резерватов на территории Свердловской области / В. А. Лебедев, С. А. Шавнин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2016. - №4. – С. 168 - 171.

105. Лесной кодекс республики Казахстан, 2012 [Электронный ресурс] // Сайт Гид по законодательству Казахстана. - Обращение от 01.08.2014. - Режим доступа: [http://kodeksy-kz.com/ka/dictionary/1/lesnoj\\_geneticheskij\\_rezervat.htm](http://kodeksy-kz.com/ka/dictionary/1/lesnoj_geneticheskij_rezervat.htm)

106. Лесной план Курганской области 2009-2018 гг. - Курган, 2010 - 225 с.

107. Лесной план Пермского края на 2008-2017 годы. - Пермь: Министерство природных ресурсов Пермского края, 2008. - 254 с.
108. Лесной план Республики Башкортостан. - Уфа: Баш. ГАУ, 2008. - 285 с.
109. Лесной план Республики Татарстан [Электронный ресурс]. - Казань, 2008. - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/917032785>
110. Ли Ч. Введение в популяционную генетику / Ч. Ли: пер. с англ. Е.А. Салменковой, Е.А. Тетушкина; под ред. Ю.П. Алтухова, Л.А. Животовского // - М.: Мир, 1978. - 556 с.
111. Лозицкая Г. М. Объекты единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК) Красноярского края и Республики Хакасия. Материалы 3-го международного совещания «Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири» 23-29 августа 2011 / Г. М. Лозицкая, И. П. Дыгало, Е. Н. Шапрун // Красноярск: тип. ООО «Дарма», 2011. - 181 с.
112. Магомедмирзаев М. М. Об изменчивости сосны в условиях Центрального Дагестана / М. М. Магомедмирзаев // Лесоведение. - 1968. - № 1. - С. 65-71.
113. Магомедмирзаев М. М. Об одной закономерности индивидуальной изменчивости количественных признаков берёзы / М. М. Магомедмирзаев // Лесоведение. - 1972. - №5. - С. 22-32.
114. Магомедмирзаев М. М. Анализ структуры изменчивости морфологических признаков высших растений и его использование в решении общих и прикладных задач общей биологии: автореф. дис. ... докт. биол. наук / Магомедмирзаев, Магомедмирза Мусаевич. - Л., 1977. - 35 с.
115. Максимович Г. А. Геоморфологическая карта Пермской области / Г. А. Максимович, Е. И. Вохмянина // Информ. листок № 179-79. Пермский межотраслевой центр научно-техн. информ. - Пермь, 1979. - 2 с.
116. Малышев Л. И. Изолированные охраняемые территории как ложноостровные биоты / Л. И. Малышев // Журнал общей биологии. - 1980. - Т. 41, № 3. - С. 338-349.
117. Малышев Л. И. Площади выявления флоры в сравнительно-флористических исследованиях / Л. И. Малышев // Ботанический журнал. - 1972. - Т. 57, № 2. - С. 182-197.
118. Мамаев С. А. Некоторые вопросы формирования популяционной структуры вида древесных растений / С. А. Мамаев // Экология. - 1970а. - № 1. - С. 39-49.
119. Мамаев С. А. Уровни изменчивости анатомо-морфологических признаков сосны и их колебания в различных природно-климатических зонах / С. А. Мамаев // Записки Свердловского отделения ВБО. - 1970б. - Вып. 5. - С. 59-67.
120. Мамаев С. А. Фенологическая изменчивость семян сосны обыкновенной и ее связь с географическим происхождением и индивидуальными особенностями растений / С. А.



Мамаев // Труды Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР. - 1970в. - Вып. 67. - С. 203-212.

121. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере сем. Pinaceae на Урале) / С. А. Мамаев // М.: Наука, 1972. - 284 с.

122. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / С. А. Мамаев // М.: Наука, 1973. - 284 с.

123. Мамаев С. А. О закономерностях внутривидовой изменчивости древесных растений / С. А. Мамаев // Теоретические основы внутривидовой изменчивости и структура популяций хвойных пород. Свердловск: 1974. - С. 3-12.

124. Мамаев С. А. Принципы выявления и сохранения генетических ресурсов древесных растений в лесах СССР / С. А. Мамаев, А. К. Махнёв, Л. Ф. Семериков // Лесное хозяйство. - 1984. - №11. - С. 35-38.

125. Мамаев С. А. Ель сибирская на Урале (Внутривидовая изменчивость и структура популяций) / С. А. Мамаев, П. П. Попов // М.: Наука, 1989. - 104 с.

126. Мамаев С. А. О популяционном подходе в лесоводстве / С. А. Мамаев, Л. Ф. Семериков, А. К. Махнёв // Лесоведение. - 1988. - №1. - С. 3-9.

127. Мамаев С. А. Использование вариаций по окраске генеративных органов древесных растений в качестве генетических маркеров при изучении дифференциации популяций / С. А. Мамаев, Л. А. Сёмкина // Проблемы генетики и селекции на Урале. Свердловск: 1977. - С. 16-17.

128. Махнёв А. К. О внутривидовой и географической изменчивости и морфогенезе листьев *Betula verrucosa* Ehrh. и *Betula pubescens* Ehrh. на Среднем Урале / А. К. Махнёв // Труды Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР. - 1969. - Вып. 64. - С. 39-67.

129. Махнёв А. К. Внутривидовая изменчивость и популяционная структура берёз секции *Albae* и *Nanae* / А. К. Махнёв // М.: Наука, 1987. - 128 с.

130. Махнёв А. К. Проблемы выделения и сохранения лесных генетических резерватов / А. К. Махнёв // Хвойные бореальной зоны. - 2010. - Т. XXVII. - № 1-2. - С. 127-130.

131. Махнёв А. К. Итоги исследований по проблемам создания защитных и декоративных насаждений в условиях медеплавильных заводов на Урале / А. К. Махнёв, С. А. Мамаев // Труды Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР. - 1979. - Вып. 129. - С. 3-47.

132. Махнёв А. К. Лесная растительность в окрестностях предприятий цветной металлургии / А. К. Махнёв, М. Р. Трубина, С. А. Прямоносина // Естественная растительность

промышленных и урбанизированных территорий Урала. - Свердловск: УрО АН СССР, 1990. - С. 3-40.

133. Махнёв А. К. Экологические основы и методы биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций на Урале / А. К. Махнёв, Т. С. Чибрик, М. Р. Трубина и др. // Екатеринбург: УрО РАН, 2002. - 356 с.

134. Международная программа ботанических садов по охране растений. - М, 2000. - 57 с.

135. Международное совещание по сохранению лесных генетических ресурсов Сибири №III, 23-29 августа 2011 г., Красноярск. [Электронный ресурс] // Информационное сообщение. - Режим доступа: <http://conf.nsc.ru/cfgrs2011/>

136. Мельникова И. А. Мониторинг продуктивности лесных экосистем заповедных территорий на южном пределе бореального экотона на примере Приволжского округа. Труды второй международной научно-практической конференции молодых ученых «Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование», 25-28 апреля 2013 года: сборник статей / И. А. Мельникова, З. Ф. Бурганова // М.: ООО «Буки Веди», 2013. - 480 с.

137. Меницкий Ю. Л. К систематике кавказских робуроидных дубов цикла *Pedunculatae* / Меницкий Ю. Л. // Ботанический журнал. - 1966. - Т. 51, №9. - С. 132-133.

138. Менщиков С. Л. Методические аспекты оценки ущерба лесов, поврежденных промышленными выбросами на среднем Урале / С. Л. Менщиков // Леса Урала и хозяйство в них: сборник научных трудов; выпуск 21, Уральский Государственный Лесотехнический университет. - Екатеринбург, 2001. - С. 243-251.

139. Менщиков С. Л. Региональная шкала индексов повреждения сосновых древостоев в условиях аэротехногенного загрязнения (для Свердловской области) / С. Л. Менщиков, В. Э. Власенко // Лесоводство севера на рубеже столетий. II Мелеховские чтения. Материалы международной научно-практической конференции. Серия «Труды XI съезда Русского географического общества». Архангельск, 2000. – С. 236-238.

140. Менщиков С. Л. Динамика жизненного состояния лесных насаждений в условиях хронического загрязнения промышленными выбросами / С. А. Менщиков, А. К. Махнёв // Биологическая рекультивация нарушенных земель. Материалы международного совещания: Екатеринбург: 3-7 июня 2002 г. - Екатеринбург: УрО РАН, 2003. - С. 323-331.

141. Милкина Л. И. Географические основы заповедного дела / Л. И. Милкина // Изв. ВГО 1975. - № 6. - С. 485 - 495.

142. Милютин Л. И. Взаимоотношения и изменчивость близких видов древесных растений в зонах контакта их ареалов (на примере лиственниц сибирской и даурской): дис. ...

докт. биол. наук : 03.00.16 / Милютин Леонид Иосифович. - Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1983. - 418 с.

143. Милютин Л. И. Исследование популяций лиственниц методами фенетики // Фенетика популяций. - М.: Наука, 1982. - С. 255-260.

144. Милютин Л. И. О выделении фенев различного масштаба в популяциях древесных растений: (На прим. двух видов рода *Larix*) // Фенетика природных популяций. - М., 1988. - С. 92-99.

145. Милютин Л. И. Особенности краевых популяций древесных растений // Экология популяций. - М., 1991. - С. 86-97.

146. Мишуков Н. П. Изменчивость сосны обыкновенной в Приобских борах Новосибирской области и ее значение для лесного семеноводства: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.01. / Мишуков Н.П. - Свердловск, 1966. - 26 с.

147. Мишуков Н. П. Изменчивость семян сосны обыкновенной в Западной Сибири / Н. П. Мишуков // Биология семенного размножения хвойных в Западной Сибири. - 1974. - С. 75-87.

148. А. Т. Мокроносов. Генетическая коллекция как способ сохранения биоресурсов планеты / А. Т. Мокроносов, Е. С. Купцова, А. С. Попов, В. В. Кузнецов // Вестник РАН. - 1994. - Т. 64, № 11. - С. 991-1001.

149. Мониторинг биологического разнообразия лесов России: методология и методы / Под ред. А. С. Исаева // ЦЭПЛ РАН. - М.: Наука, 2008. - 453 с.

150. Муратова Е. Н. Особенности кариотипа и хромосомные aberrации / Е. Н. Муратова // Сосна обыкновенная в Южной Сибири. - Красноярск, 1988. - С. 37-75.

151. Муратова Е. Н. Кариосистематика семейства Pinaceae Lind. Сибири и Дальнего Востока: автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.00.05 / Муратова Елена Николаевна. - Новосибирск, 1995. - 32 с.

152. Муратова Е. Н. Кариологические исследования болотных и суходольных популяций сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / Е. Н. Муратова, Т. С. Седельникова // Экология. - 1993. - № 6. - С. 41-50.

153. Муратова Е.Н. Числа хромосом некоторых древесных растений / Е. Н. Муратова, А. В. Пименов, Т. С. Седельникова, М. И. Нелюбина // Ботанический журнал. - 1998. - Т. 83, № 2. - С. 148 - 149.

154. Назаров Н. Н. Классификация ландшафтов Пермской области / Назаров Н. Н. // Вопросы физической географии и геоэкологии. - Пермь, 1996. - С. 4-10.

155. На территории Пензенской области активно развивается лесное семеноводство [Электронный ресурс] // Сайт Министерства лесного, охотничьего хозяйства и

природопользования Пензенской области. - Новость от 03.09.2014. - Режим доступа: <http://uprles.pnzreg.ru/news/2014/09/3/9450235>

156. Национальный доклад Российской Федерации по доступу к генетическим ресурсам и совместному использованию выгод. [Электронный ресурс] // Портал координационно-информационного центра по доступу к генетическим ресурсам. - Режим доступа: <http://www.sevin.ru/rusgenres/documents/ddokladrf.html>

157. Национальный доклад Российской Федерации по критериям и индикаторам сохранения и устойчивого управления умеренными и бореальными лесами (Монреальский процесс). - М.: ВНИИЛМ, 2003. - 84 с.

158. Национальная лесная политика Кыргызстана. - Бишкек: 1999. - 121 с.

159. Новости Департамента лесного хозяйства по Уральскому федеральному округу [Электронный ресурс] // Новости от 20.01.2014. - Режим доступа: <http://www.rosleshoz.gov.ru/dep/ural/press/425>

160. Новости ФБУ "Российский центр защиты леса" [Электронный ресурс] // Новости от 08.04.14. - Режим доступа: <http://www.wood.ru/ru/lonewsid-56365.html>

161. Новости центра защиты леса Республики Татарстан [Электронный ресурс] // Новости от 21.05.2014. - Режим доступа: <http://czl-tatarstan.ru/index.php/56-peredacha-dokumentov-po-lesnomu-semenovodstvu>

162. Нухимовская Ю. Д. Биологические и географические предпосылки оптимизации территорий заповедников / Ю. Д. Нухимовская // Географическое размещение заповедников РСФСР и организация их деятельности. - М.: 1981. - С. 23-59.

163. Нухимовская Ю. Д. Роль охранных зон в функционировании заповедников // Социально-экономические аспекты совершенствования деятельности заповедников. / Ю. Д. Нухимовская // М.: 1985. - С. 48-62.

164. Обзор: экологическое состояние, использование природных ресурсов, охрана окружающей среды Тюменской области // Департамент по охране окружающей среды администрации Тюменской области. - Тюмень: 2004 г. - С. 66-68.

165. Обновленский В. М. Географические изменения сосны обыкновенной и районирование перебросок ее семян для облесительных работ / В. М. Обновленский // Сборник статей по лесоразведению. - М.-Л.: 1950. - С. 4-22.

166. Обследован лесной генетический резерват Дуба в Канашском районе // Российские лесные вести, региональный выпуск Чувашской Республики. - 2014. - № 6(15).

167. Орехова Т.П. Создание долговременного банка семян древесных пород - реальный способ сохранения их генофонда [Электронный ресурс] // Тезисы Международного совещания

по сохранению лесных генетических ресурсов Сибири, Новосибирск, 2009. - Режим доступа: [http://www-sbras.nsc.ru/ws/show\\_abstract.dhtml?ru+207+15807](http://www-sbras.nsc.ru/ws/show_abstract.dhtml?ru+207+15807)

168. Официальный сайт федерального агентства лесного хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс] // Описание термина «лесной генетический резерват». - Обращение 06.09.2014. - Режим доступа: <http://www.rosleshoz.gov.ru/terminology/1/56>

169. Официальный сайт Центра защиты леса Хабаровского края [Электронный ресурс] // Обращение 12.11.2014. - Режим доступа: <http://czl27.ru>

170. Паспорт Белгородской области за 2011 год / под ред. О.С. Тарановой // Тип. Территориального органа Федеральной службы госстатистики по Белгородской области. - Белгород: 2012. - 103 с.

171. Паспорта 98 лесных генетических резерватов Пермской области и Коми-Пермяцкого автономного округа // Институт леса АН СССР, Фонды Пермской зональной лесосеменной станции. - Свердловск, 1992.

172. Паспорта лесных генетических резерватов Свердловской области // Фонды Ботанического сада УрО РАН. - Свердловск, 1982-1984 гг.

173. Патлай И. Н. Рост и устойчивость сосны в географических культурах второго поколения в Тростянецком лесхозе Сумской области / Патлай И. Н. // Лесной журнал. - 1974. - №6. - С. 155-160.

174. Патлай И. Н. Лесные генетические ресурсы Украины / И. Н. Патлай, Р. Т. Волосянчук // Программы сохранения и постоянного воспроизводства лесных генетических ресурсов в Новых Независимых Государствах бывшего СССР. Материалы совещания, 23-26 сентября 1996, Беловежа, Беларусь. Издательство Arbores Publishers, Зволлен, Словакия и Международный Институт Генетических Ресурсов Растений, Рим, Италия. - 1998. - С. 6-8.

175. Первоуральцы требуют разобраться с коммунальным и лесным «бизнесом» // Ежедневная газета «Вечерние Ведомости». - 2013. - Вып. 15.11.2013.

176. Петрова И. В. Изоляция и дифференциация смежных суходольных и болотных популяций сосны обыкновенной в Зауралье: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / Петрова Ирина Владимировна. - Екатеринбург, 1994. - 17 с.

177. Петрова И. В. Репродуктивная изоляция и дифференциация смежных болотных и суходольных популяций сосны обыкновенной / И. В. Петрова // Леса и лесное хозяйство в Западной Сибири. - 1998. - Вып. 6. - С. 61-71.

178. Петрова И. В. Репродуктивная изоляция и фенотипическая дифференциация равнинных и горных популяций сосны обыкновенной / И. В. Петрова // Девственные леса мира и их роль в глобальных процессах. - Хабаровск, 1999а. - С. 92-93.

179. Петрова И. В. Хорологическая дифференциация популяций сосны обыкновенной / И. В. Петрова // Коренные леса таёжной зоны Европы: Современное состояние и проблема сохранения. - Петрозаводск, 1999б. - С. 92.

180. Петрова И. В. Дифференциация равнинных и горных популяций *Pinus sylvestris* L. в Северной Евразии / И. В. Петрова // Популяция, сообщество, эволюция. - Казань, 2001. - С. 71-74.

181. Петрова И. В. Изоляция и дифференциация популяций сосны обыкновенной / И. В. Петрова, С. Н. Санников // Екатеринбург: УрО РАН, 1996. - 159 с.

182. Петрова И. В. Изоляция и фенотипическая дифференциация равнинных и горных популяций сосны обыкновенной в Северной Евразии / И. В. Петрова, С. Н. Санников // Генетические и экологические исследования в лесных экосистемах. - 2001. - С. 4-74.

183. Петрова И. В. Генетическая дифференциация болотных и суходольных популяций сосны обыкновенной в Западной Сибири / И. В. Петрова, С. Н. Санников, Н. С. Санникова, С. М. Рябоконт, В. А. Духарев // Экология. - 1989. - № 6. - С. 39-44.

184. Петрова И. В. Репродуктивная изоляция и дизруптивный отбор как факторы генетической дивергенции популяций *Pinus sylvestris* L. / И. В. Петрова, С. Н. Санников, Н. С. Санникова, О. Е. Черепанова // Экология. - 2013. - № 4. - С. 268-274.

185. Петрова И. В. Градиентный анализ хорогенетической структуры равнинных и горных популяций сосны обыкновенной / И. В. Петрова, С. Н. Санников, Т. В. Филиппова // Экология. - 2000. - №4. - С. 256-261.

186. Петрова И. В. Генетическая дифференциация болотных и суходольных популяций сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на Русской равнине / И. В. Петрова, С. Н. Санников, О. Е. Черепанова, Н. С. Санникова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. - 2013. - № 6 (336). - С. 29-37.

187. Петров С. А. О генотипической обусловленности фенотипов в популяциях лесных древесных растений / С. А. Петров // Фенотипика природных популяций: материалы IV Всесоюзного совещания, ноябрь 1990, Борок. М.: Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова АН СССР. - 1990. - С. 214-215.

188. Петров С. А., Драгавцев В. А. Методика изучения генетической изменчивости популяций древесных растений / С. А. Петров, В. А. Драгавцев // Лесоведение. - 1969. - № 5. - С. 54-59.

189. Пинаев П. Н. Лесное селекционное семеноводство на Южном Урале [Электронный ресурс] / П. Н. Пинаев // Сайт Главного Управления лесами Челябинской области. - Новости от 23.10.2007. - Режим доступа: <http://www.priroda.chel.ru/forest/info/news/2057/>

190. Пихельгас Э. И. Качество семян сосны обыкновенной в зависимости от окраски семян / Э. И. Пихельгас // Сборник научных трудов Эстонской сельскохозяйственной академии. - 1963. - № 29. - С. 10-20.

191. Пихельгас Э. И. Основы селекции сосны обыкновенной в условиях Эстонской ССР: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. / Пихельгас Э. И. - Тарту, 1971. - 38 с.

192. Поджарова З. С. Изменчивость величины шишек и качества семян у сосны обыкновенной / Поджарова З. С. // Ботаника (Минск). - 1968. - Вып.10. - С. 124-130.

193. Поджарова З. С. Влияние происхождения семян на рост сосновых культур // Лесное хозяйство. - 1978. - №1. - С. 63-65.

194. Положение о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах СССР. - М.: Госкомлес СССР, 1982. - 22 с.

195. Поляков А. Ф. Заповедные территории Крыма как основа сохранения видового разнообразия растений / А. Ф. Поляков, А. Ф. Хромов // Программы сохранения и постоянного воспроизводства лесных генетических ресурсов в Новых Независимых Государствах бывшего СССР. Материалы совещания, 23-26 сентября 1996, Беловежа, Беларусь. Издательство Arboга Publishers, Зволен, Словакия и Международный Институт Генетических Ресурсов Растений, Рим, Италия. - 1998. - С. 9-12.

196. Пономарёва А. В. Сохранение биоразнообразия на ООПТ Свердловской области / А. В. Пономарёва // Исследования природных и социально-экономических систем Урала. Инновационные процессы и проблемы развития естественнонаучного образования: Материалы II всероссийской научно-практической конференции // ФГБ ОУ ВПО Уральский государственный педагогический университет. - Екатеринбург, 2013. - С. 171-176.

197. Попов П. П. Гибридная ель на северо-востоке Европы / П. П. Попов // Лесоведение. - 1996. - №2. - С. 62-72.

198. Попов П. П. Географическая изменчивость формы семенных чешуй ели в Восточной Европе и Западной Сибири / П. П. Попов // Лесоведение. - 1999а. - № 1. - С. 68-73.

199. Попов П. П. Ель на востоке Европы и в Западной Сибири: (Популяционно-географическая изменчивость и ее лесоводственное значение) / П. П. Попов // Новосибирск: Наука, 1999б. - 169 с.

200. Портал WoodBusiness.ru. В Псковской области выращено 435 тысяч элитных елей и сосен [Электронный ресурс] // Портал WoodBusiness.ru. - Новости от 28.02.2008. - Режим доступа: <http://www.woodbusiness.ru/newsdetail.php?uid=2356>

201. Постановление администрации Томской области «Об утверждении долгосрочной целевой программы «Развитие лесного хозяйства на территории Томской области на 2013-2016

г.» [по состоянию на 31.08.2012]. - 48 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://biznesdep.tomsk.gov.ru/files/front/download/id/5380>

202. Постановление администрации ЯНАО от 17.07.1995 N 208 "О выделении генетических резерватов в лесном фонде Пуровского и Красноселькупского районов Ямало - Ненецкого автономного округа" // Салехард, 1995 г. - 1 с.

203. Постановление Правительства РФ «Об утверждении такс для исчисления взысканий за ущерб, причиненный лесному фонду и не входящим в лесной фонд лесам нарушением лесного законодательства Российской Федерации» №388 от 21.05.2001 г.

204. Постановление Правительства Свердловской области от 17 января 2001 г. N 41-ПП "Об установлении категорий, статуса и режима особой охраны особо охраняемых природных территорий областного значения и утверждении перечней особо охраняемых природных территорий, расположенных в Свердловской области" (с изменениями от 2002 - 2014 гг.) // Документы министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области. URL: [mprso.ru/users/41-пп.docx.docx](http://mprso.ru/users/41-пп.docx.docx) (дата обращения 24.01.2016).

205. Постолаке Г. Г. Состояние, охрана и рациональное использование лесных генетических ресурсов Республики Молдова / Постолаке Г. Г. // Программы сохранения и постоянного воспроизводства лесных генетических ресурсов в Новых Независимых Государствах бывшего СССР. Материалы совещания, 23-26 сентября 1996, Беловежа, Беларусь. Издательство Arbora Publishers, Зволен, Словакия и Международный Институт Генетических Ресурсов Растений, Рим, Италия. - 1998. - С. 3-5.

206. Правдин Л. Ф. Сосна обыкновенная / Л. Ф. Правдин. М.: Наука, 1964. - 189 с.

207. Правдин Л. Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР / Л. Ф. Правдин. М.: Наука, 1975. - 178 с.

208. Придня М. В. Изменчивость некоторых параметров у древесных растений как результат внутрипопуляционных взаимоотношений / Придня М. В. // Экология. - 1974. №2. - С. 41-45.

209. Придня М. В. О генотипической структуре популяций и семей кавказской пихты в Кавказском заповеднике / Придня М. В. // Бюллетень МОИП, 1975. - Т. 80, №4. - С. 105-116.

210. Примак Р. Основы сохранения биоразнообразия / Р. Примак: пер. с англ. О. С. Якименко, О. А. Зиновьевой // М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. - 144 с.

211. Природный парк Самаровский Чугас - летопись природы. Книга 1 // Изд. Ханты - Мансийск, 2002. - 95 с.



212. Проказин А. О некоторых перспективных технологиях лесного семеноводства и питомнического дела [Электронный ресурс] // Сайт Федерального агентства лесного хозяйства Минсельхоза РФ. - 2007. - Режим доступа:

<http://www.rosleshoz.gov.ru/activity/documents/?type=pb>

213. Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития // Тезисы докладов - Донецк, 1993. - 303 с.

214. Пугачев П. Г. Популяционная структура сосны обыкновенной островных боров Тургайской впадины / П. Г. Пугачев // Проблемы восстановления Наурзумского бора. Алма-Ата, 1991. - С. 14-30.

215. Пузаченко Ю. Г. Площадь охраняемых территорий / Ю. Г. Пузаченко, Н. Н. Дроздова // Итоги и перспективы заповедного дела в СССР. М.: Наука, 1986. - С. 72-109.

216. Путенихин В. П. Изменчивость шишек и семян лиственницы Сукачева в географических культурах / Путенихин В. П. // Бюллетень Главного ботанического сада, 1990. - Вып. 158. - С. 45-53.

217. Путенихин В. П. Лесные генетические резерваты хвойных в Республике Башкортостан / Путенихин В. П. // Хвойные бореальной зоны. - 2010. - Т. XXVII, № 1-2. - С. 175-179.

218. Путенихин В. П. Лиственница Сукачева на Южном Урале: (Изменчивость, популяц. структура и сохранение генофонда) / Путенихин В. П. // Уфа: УНЦ АН СССР, 1993. - 195 с.

219. Путенихин В. П. Популяционная структура и сохранение генофонда хвойных видов на Урале: автореф. дис. ... докт. биол. наук : 06.03.01 / Путенихин Валерий Петрович. - Красноярск, 2000. - 48 с.

220. Путенихин В. П. Лиственница Сукачева на Урале: изменчивость и популяционно-генетическая структура / В. П. Путенихин, Г. Г. Фарукшина, З. Х. Шигапов // М.: Наука, 2004. - 276 с.

221. Райт Д. В. Введение в лесную генетику / Д. В. Райт: пер. с англ. // М.: Лесная промышленность, 1978. - 471 с.

222. Реймерс Н. Ф. Особо охраняемые природные территории / Н. Ф. Реймерс, Штильмарк Ф. Р. // М.: Мысль, 1978. - 295 с.

223. Рогозин М. В. Сохранение популяций основных лесных видов древесных пород в Пермском крае / Рогозин М. В. // Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения: Материалы междунар. науч. конф., Ч. 1. - Пенза, 2008. - С. 138-140.

224. Рогозин М. В. К обоснованию необходимого количества лесных генетических резерватов для Пермского края / М. В. Рогозин, А. Ю. Запоров, А. В. Жекин // Вестник Пермского университета: Биология. - Пермь, 2007. - Выпуск 5 (10). - С. 161-171.

225. Романовский М. Г. Полиморфизм древесных растений по количественным признакам / Романовский М. Г. // М.: Наука, 1994. - 96 с.
226. Роне В. М. Генетический анализ лесных популяций / В. М. Роне // М.: Наука, 1980. - 160 с.
227. Рутковский И. В. О сохранении генетического фонда лесов России / И. В. Рутковский, А. Е. Проказин // Лесное хозяйство. - 1998. - №3. - С. 30-32.
228. Рыжова Н. В. Лесные генетические резерваты в Костромской области [Электронный ресурс] // Вестник Костромского Государственного Технологического Университета. - 2014. - №1. - Режим доступа: [http://vestnik.kstu.edu.ru/numbers.php?id\\_k=23](http://vestnik.kstu.edu.ru/numbers.php?id_k=23)
229. Сайт Государственного комитета Псковской области по природопользованию и охране окружающей среды [Электронный ресурс] // Сайт Государственного комитета Псковской области по природопользованию и охране окружающей среды. - Обращение 05.11.2014. - Режим доступа: <http://priroda.pskov.ru/znaniya-ob-edinom-genetiko-selektionnom-komplekse-pskovskoi-oblasti>
230. Сайт Латвийского агентства по развитию туризма. Национальные парки и заповедники [Электронный ресурс] // Сайт Латвийского агентства по развитию туризма. - 2014. - Режим доступа: <http://www.latvia.travel/ru/статья/nacionalnye-parki-i-zapovedniki>
231. Сакалаускас Б. Инновации и технологии в государственных лесах Литвы / Б. Сакалаускас, А. Ванцавичюс // Труды Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства. - СПб, 2011. - Вып. 2 (24), Ч. 2. - С. 141-153.
232. Санитарные правила в лесах России. - М., 1990. - 16 с.
233. Санитарные правила в лесах Российской Федерации. - М.: Наука, 1998. - 16 с.
234. Санников П. Ю. Актуальные проблемы сети ООПТ Пермского края / Санников П. Ю. // Географический Вестник. Научный периодический журнал Пермского университета. - 2012. - Вып. 4 (23). - С. 67-80
235. Санников П. Ю. Оценка репрезентативности сети ООПТ Пермского края / Санников П. Ю. // Вестник Удмуртского университета. - 2014. - №3, - С. 14-26.
236. Санников П. Ю. Перспективы развития сети ООПТ Пермского края / Санников П. Ю. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2014. - Т. 16, №1(4). - С. 1250-1253.
237. Санников С. Н. Экспериментальное изучение дальности полёта пыльцы сосны в древостое / С. Н. Санников, И. В. Гришина // Экология. - 1979. - №1. - С. 91-93.
238. Санников С. Н. Дифференциация популяций сосны обыкновенной / С. Н. Санников, И. В. Петрова // Екатеринбург: Уро РАН, 2003. - 248 с.

239. Санников С. Н. О более надёжном методе определения времени поселения *Pinus sylvestris* (Pinaceae) в местном ландшафте / С. Н. Санников, И. В. Петрова, Н. С. Санникова // Ботанический журнал. - 2009. - Т. 94, №1. - С. 128-134.

240. Санников С.Н. Инсуляризация и полиморфизм островных маргинальных популяций *Pinus sylvestris* L. / С. Н. Санников, И. В. Петрова, Н. С. Санникова и др. // Экология. - 2011. - №3. - С. 170-175.

241. Санников С. Н. Градиентный геногеографический анализ популяций *Pinus sylvestris* L. в Европе / С. Н. Санников, И. В. Петрова, Н. С. Санникова, Т. В. Филиппова // Экология. - 2005. - № 6. - С. 415-420.

242. Санников С. Н. Генофеногеографический анализ популяций *Pinus sylvestris* L. на трансекте от северной до южной границы ареала / С. Н. Санников, И. В. Петрова, В. Л. Семериков // Экология. - 2002. - №2. - С. 97-102.

243. Санников С. Н. Очерки по теории лесной популяционной биологии / С. Н. Санников, Н. С. Санникова, И. В. Петрова // Екатеринбург: УрО РАН, 2012. - 271 с.

244. Санников С. Н. Генетическая дифференциация популяций сосны обыкновенной в Карпатах и на Русской равнине / С. Н. Санников, В. Л. Семериков, И. В. Петрова, Т. В. Филиппова // Экология. - 1997. - № 3. - С. 139-142.

245. Санников С. Н. Эколого-генетические принципы выделения и классификации лесных генетических резерватов / С. Н. Санников, С. А. Шавнин, Н. С. Санникова, И. В. Петрова // Экология. - 2015. - №1. - С. 3-8.

246. Санникова Н. С. Влияние влажности субстрата на прорастание семян сосны различных географических групп популяций / Н. С. Санникова // Экология. - 1975. - № 4. - С. 93-95.

247. Седельникова Т. С. Генеративные органы и кариотип сосны обыкновенной на олиготрофных болотах Западной Сибири / Т. С. Седельникова, Е. Н. Муратова // Лесоведение. - 1991. - №3. - С. 34-43.

248. Семериков В. Л. Дифференциация сосны по аллозимным локусам: Автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.15 / Семериков Владимир Леонидович. - М., 1992. - 20 с.

249. Семериков В. Л. Структура изменчивости аллозимных локусов в популяциях сосны обыкновенной / В. Л. Семериков, А. В. Подогас, А. В. Шурхал // Экология. - 1993. - № 1. - С. 18-25.

250. Семериков Л. Ф. Популяционная структура древесных растений: (На прим. видов дуба Европ. части СССР и Кавказа) / Семериков Л. Ф. // М.: Наука, 1986. - 141 с.

251. Синская Е. Н. Проблема популяций у высших растений. Вып. 2. - Л.: Сельхозиздат, 1963. - 124 с.

252. Смит, У. Х. Лес и атмосфера / У. Х. Смит - М.: Прогресс, 1985. - 429 с.
253. Соул М. Е. Применение генетики и популяционной биологии: «что, где и как» природных заповедников / Соул М. Е. // Охрана природы, наука и общество. Париж: ЮНЕСКО-ЮНЕП, 1987. - С. 14-21.
254. Старова Н. В. Генетическая изменчивость сосны обыкновенной в возрастных группах / Н. В. Старова, Ю. А. Янбаев, Н. Х. Юмадилов и др. // Генетика. - 1990. - Т. 26, №3. - С. 498-505.
255. Стратегия ботанических садов по охране растений. - М., 1994. - 62 с.
256. Стратегия и план действий по сохранению биоразнообразия. Министерство охраны окружающей среды Кыргызской Республики. - Бишкек, 1998. - 160 с.
257. Тербор Д. Некоторые причины вымирания / Д. Тербор, В. Уинтер // Биология охраны природы. М.: Мир, 1983. - С. 142-159.
258. Терин А. А. Ведение лесного хозяйства в условиях техногенного загрязнения Асбестовско-Сухоложского промузла / А. А. Терин, Е. А. Терина // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: Материалы междунар. науч. конф. - Екатеринбург: изд. Уральского государственного университета, 2007. - С. 604-612.
259. Типовое положение о лесных генетических резерватах Чувашской республики, от 27.12.2006. № 338 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/802085257>
260. Тихонов А. С. История лесного дела / А. С. Тихонов // Калуга, издательский педагогический центр «Гриф», 2007. - 328 с.
261. Тихонова В. Л. Ресурсы внутривидовой изменчивости дикорастущих травянистых растений, их изучение, сохранение и использование (на примере охраняемых и лекарственных видов): Автореф. дис. ... докт. биол. наук : 03.00.05 / Тихонова Валентина Львовна. - РАСХН. Всерос. НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова. - СПб., 1992. - 471 с.
262. Тихонова В. Л. Долговременное хранение семян / В. Л. Тихонова // Физиология растений. - 1999а. - Т. 46, № 3. - С. 467-476.
263. Тихонова В. Л. Крриоконсервация семян сем. *Caprifoliaceae* II Репродуктивная биология редких исчезающих видов растений: Тез. докл. Всерос. науч. конф. (21-24 июня 1999 г., Сыктывкар) / В. Л. Тихонова // - Сыктывкар, 1999б. - С. 115-117.
264. Тренин В. В. Использование обобщенного расстояния Махаланобиса для изучения популяционной структуры сосны и ели в Карелии / В. В. Тренин, Б. М. Веселков, А. А. Ильинов, Б. А. Чистяков // Селекция и лесное семеноводство в Карелии. - Петрозаводск, 1993. - С. 56-66.
265. Толпин В. А. Организация доступа пользователей системы дистанционного лесопатологического мониторинга к спутниковым данным и результатам их обработки / В. А.

Толпин, Д. В. Ершов, В. Ю. Ефремов, М. Е. Кобельков, Е. А. Лупян // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2008. - Выпуск 5, Т. II. - С. 577-585.

266. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации [Электронный ресурс] // Сайт компании «КонсультантПлюс». - Режим доступа: [http://www.consultant.ru/law/ref/ju\\_dict/word/lesnoj\\_geneticheskij\\_rezervat/](http://www.consultant.ru/law/ref/ju_dict/word/lesnoj_geneticheskij_rezervat/)

267. Ушаков В. П. О лабильных и стабильных признаках вида / В. П. Ушаков // Вестник ЛГУ. Биология. - 1957. - Вып. 4, № 21. - С. 153-154.

268. Филонов К. П. Динамика численности копытных животных и заповедность / К. П. Филонов // Охотоведение. - М.: Лесная промышленность, 1977. - 229 с.

269. Филонов К. П. Размеры заповедников степной зоны и проблемы сохранения генофонда / К. П. Филонов // Проблемы охраны генофонда и управления экосистемами в заповедниках степной и пустынной зон: тезисы докладов всесоюзного совещания, Аскания-Нова, 21-25 мая 1984 г. - М., 1984. - С. 60-62.

270. Филонов К. П. Об установлении минимальных размеров заповедников / К. П. Филонов // Теория и практика заповедного дела. Сборник научных трудов - 1993. - Вып.6. - С. 27-61.

271. Фарукшина Г. Г. Морфологическая и кариотипическая изменчивость лиственницы Сукачева и ели сибирской на Урале: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.03.01. / Фарукшина Гульфия Глюсовна. - Красноярск, 1998. - 25 с.

272. Филиппова Т. В. Изоляция и генетическая дифференциация разновысотных популяций сосны обыкновенной на Урале // Лесоведение. - 2002. - №4. - С. 37-43.

273. Филиппова, Т. В. Феногенеогеография популяций сосны обыкновенной на Урале / Т. В. Филиппова, С. Н. Санников, И. В. Петрова, Н. С. Санникова // - Екатеринбург: УрО РАН, 2006. - 123 с.

274. Фирсова, В. П. Лесные почвы Свердловской области и их изменение под влиянием лесохозяйственных мероприятий / В. П. Фирсова // Труды института экологии растений и животных. - Свердловск: УФ АН СССР, 1969. - Вып. 63.- 152с.

275. Хамедов В. А. Применение информационно-космических технологий в лесном хозяйстве / В. А. Хамедов // Материалы 4-ой междун. конф. «Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве», Москва 17-19 апреля 2007 г. - М.: ГОУВПОМГУЛ, 2007. - С. 81-83.

276. Царев, А. П. Состояние и проблемы развития постоянной лесосеменной базы в Республике Карелия / А. П. Царев, Н. В. Лаур, М. Л. Щурова // Труды Лесоинженерного факультета ПетрГУ, вып. 1. - Петрозаводск, 1996. - С. 100-103.

277. Цветков В.Ф. Мониторинг состояния лесов Европейского Севера: Методические рекомендации / В.Ф. Цветков, Е.А. Лесинский, К.Э. Армалайтис, Т.А. Пархимович // Архангельск: Изд. РИО АГТУ, 1995. - 35 с.
278. Центр защиты леса Краснодарского края [Электронный ресурс] // Брошюра. - Краснодар. - 2012. - Режим доступа: [www.czl23.ru](http://www.czl23.ru)
279. Черепнин В. Л. Сосна обыкновенная в восточной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Черепнин Виктор Леонидович. - Красноярск, 1970. - 20 с.
280. Черненкова Т. В. Оценка биоразнообразия лесов наземными и дистанционными методами на основе ГИС-технологий / Т. В. Черненкова // Биосфера. - 2009. - №1. - С. 17-15.
281. Черненкова Т. В. и др. Критерии и индикаторы биоразнообразия лесов как инструменты устойчивого природопользования / Т. В. Черненкова, С. В. Князева, М. Ю. Пузаченко, В. А. Макарова, Н. Н. Левинская // Лесоведение. - 2009. - №6. - С. 1-15.
282. Чернодубов А. И. Состав эфирных масел и структура популяций сосны обыкновенной / Чернодубов А. И. // Фенетика природных популяций: (Материалы IV Всесоюз. совещ. Борок). - М., 1990. - С. 311-312.
283. Чернодубов А. И. Информативность некоторых признаков сосны обыкновенной при изучении структуры популяций / Чернодубов А. И. // Известия Высших учебных заведений. Лесной журнал. - 1992. - № 6. - С. 30-33.
284. Чернодубов А. И. Изменчивость морфолого-анатомических признаков сосны обыкновенной в островных борах юга Русской равнины / Чернодубов А. И. // Лесоведение. - 1994. - № 2. - С. 28-36.
285. Чернодубов А. И. Сосна обыкновенная в островных борах юга Русской равнины. / Чернодубов А. И. // Воронеж: ИПЦ ВГПУ, 1998. - 68 с.
286. Шавнин С. А. Состояние лесных насаждений на территории генетических резерватов Свердловской области / С. А. Шавнин, В. А. Галако, В. Э. Власенко, В. А. Лебедев // Новости Международного центра лесного хозяйства и лесной промышленности, 2011. - №13. - С. 121 - 122.
287. Шавнин С. А. Особенности организации лесных генетических резерватов на Среднем Урале / С. А. Шавнин, В. А. Галако, В. Э. Власенко, В. А. Лебедев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2012. - №4. - С. 222 - 225.
288. Шавнин С. А. Предварительная оценка состояния генетических резерватов основных лесообразующих пород Свердловской области / С. А. Шавнин, В. А. Галако, В. Э. Власенко, В. А. Лебедев // Биологическое разнообразие растительного мира Урала и сопредельных территорий: материалы всероссийской конференции с международным участием (28 мая-1 июня 2012 г., г. Екатеринбург). - Екатеринбург: изд. «Голицкий», 2012. - С. 22 - 24.

289. Шавнин С. А. Состояние лесных насаждений на территории генетических резерватов Свердловской области / С. А. Шавнин, В. А. Галако, В. Э. Власенко, В. А. Лебедев // Исследования природных и социально-экономических систем Урала. Инновационные процессы и проблемы развития естественнонаучного образования: Материалы II всероссийской научно-практической конференции. - Екатеринбург: изд. ФГБОУ ВПО УрГППУ, 2013. - С. 34 - 39.

290. Шавнин С. А. Оценка состояния лесных генетических резерватов Среднего Урала / С. А. Шавнин, В. А. Галако, В. Э. Власенко, В. А. Лебедев // Антропогенная трансформация природной среды: материалы международной школы-семинара молодых учёных (2-4 августа 2013 г., г. Пермь). - Пермь: изд. «А-Принт», 2013. - С. 82 - 86.

291. Шавнин С. А. Лесоводственная характеристика и состояние лесных генетических резерватов Среднего Урала / С. А. Шавнин, В. А. Галако, В. Э. Власенко, О. В. Ерохина, Л. А. Пустовалова, В. А. Лебедев // Вестник Московского государственного университета леса «Лесной вестник». - 2014. - №4. - С. 63-70.

292. Шавнин С. А. Комплексная оценка состояния лесных генетических резерватов Свердловской области с помощью методов дистанционного и наземного обследования / С. А. Шавнин, В. А. Лебедев, В. А. Галако, В. Э. Власенко // Известия высших учебных заведений Лесной журнал, 2017. - №1. - С. 104 – 118.

293. Швиденко А. Леса и лесное хозяйство России [Электронный ресурс] / А. Швиденко, Д. Щепаченко, Я. МакКаллум, С. Нильссон // Международный институт прикладного системного анализа и Российская Академия наук. - Лаксенбург, Австрия. - 2007. Режим доступа: [http://www.iiasa.ac.at/Research/FOR/forest\\_cdrom/russian/for\\_man\\_ru.html](http://www.iiasa.ac.at/Research/FOR/forest_cdrom/russian/for_man_ru.html)

294. Шигапов З. Х. Генетическая изменчивость и дифференциация природных популяций сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / З. Х. Шигапов, Р. М. Бахтиярова., Ю. А. Янбаев // Генетика. - 1995. - Т. 31, № 10. - С. 1386-1393.

295. Шилова И. И. Геохимическая трансформация почв и растительности в районах функционирования предприятий цветной металлургии / И. И. Шилова, А. К. Махнёв, А. И. Лукьянец // Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. - Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. - С.14-35.

296. Шмальгаузен И. И. Факторы эволюции / И. И. Шмальгаузен // М.: Наука, 1968. - 409 с.

297. Штильмарк Ф. Р. Идея абсолютной заповедности. Помни праотцев: заповедного не тронь / Штильмарк Ф. Р. // Москва - Киев, 2005. - 114 с.

298. Шурхал А. В. Изучение генетической изменчивости крымской сосны (*Pinus pallasiana* Asch., Graebn.) / А. В. Шурхал, А. В. Подогас, Л. А. Животовский, Ю. К. Подгорный // Генетика. - 1988. - Т. 24, № 2. - С. 311- 315.

299. Шульга В. В. Внутривидовая изменчивость сосны обыкновенной в Казахстане и ее значение в семеноводстве: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Владимир Васильевич Шульга. - Свердловск, 1972. - 25 с.

300. Шульга В. В. Внутривидовая изменчивость сосны обыкновенной на юге ее ареала (в Казахстане) / В. В. Шульга // Леса и древесные породы Северного Казахстана. - Л.: 1974. - С. 66-72.

301. Яблоков А. В. Популяционная морфология как новое направление эволюционно-морфологических и популяционных исследований / А. В. Яблоков // Журнал общей биологии, 1976. - Т. 37, № 5. - С. 649-659.

302. Яблоков А. В. Фенетика. Эволюция, популяция, признак / А. В. Яблоков // М.: Наука, 1980. - 136 с.

303. Яблоков А. В. Состояние исследований и некоторые проблемы фенетики популяций / А. В. Яблоков // Фенетика популяций. М.: Наука. - 1982. - С. 3-14.

304. Яблоков А. В. Популяционная биология / А. В. Яблоков // М.: Высшая школа, 1987. - 303 с.

305. Янбаев Ю. А. Анализ генетической структуры природных популяций сосны обыкновенной Южного Урала: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / Янбаев Юлай Аглямич. - Минск, 1989. - 16с.

306. Янбаев Ю. А. Генетическая структура популяций сосны обыкновенной / Ю. А. Янбаев // Биоценотическая характеристика хвойных лесов и мониторинг лесных экосистем Башкортостана. - Уфа, 1998. - С. 111-122.

307. Янбаев Ю. А., Шигапов З. Х., Путенихин В. П., Бахтиярова Р. М. Дифференциация популяций ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) на Южном Урале / Ю. А. Янбаев, З. Х. Шигапов, В. П. Путенихин, Р. М. Бахтиярова // Генетика. - 1997. - Т. 33, № 9. - С. 1244-1249.

308. Яцык Р. М. О популяционной изменчивости сосны обыкновенной реликтового происхождения / Р. М. Яцык // Лесоводство и агролесомелиорация. - Киев, 1977. - Вып. 48. - С. 21-25.

309. Яцык Р. М. Охрана и рациональное использование генетических ресурсов лесных древесных видов в Украинских Карпатах / Р. М. Яцык // Программы сохранения и постоянного воспроизводства лесных генетических ресурсов в Новых Независимых Государствах бывшего СССР. Материалы Совещания, 23-26 сентября 1996, Беловежа, Беларусь. Издательство Arbora Publishers, Зволен, Словакия и Международный Институт Генетических Ресурсов Растений, Рим, Италия. - 1998. - С. 17-21.

310. Academia in the spotlight: Kew Gardens. Traditional excellence speaks to the future / Biotech. Forum Europe. - 1990. - Vol. 7, № 3. - P. 197-201.



311. Adamus P. R. Evaluating srecjes for protection in natural areas / P. R. Adamus, G. C. Glugh // *Biol. Conserv.* - 1978. - Vol. 13, № 3. - P. 165-178.
312. Allendorf F. W. Heterosygozity and fitness in natural population of animals / F. W. Allendorf, R. F. Leary // *Coservation biology: The science of scarcity and diversity.* - Sunderland, 1986. - P. 57-76.
313. Bateman R. M. Early evolution of land plants: phylogeny, physiology and ecology of the primary terrestrial radiation / R. M. Bateman, P. R. Crane, W. A. Di Michele et al. // *Annu. Ecol. Syst.* - 1998. - Vol. 29. - P. 263-292.
314. BEAR: Indicators for monitoring and evaluation of forest biodiversity in Europe. Technical report 7. 2001. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.algonet.se/~bear>
315. Bergmann F. Genetic distance between populations. Determining the genetic distance between European populations of isozyme gene frequencies / F. Bergmann // *Silv. Genet.* - 1974. - Vol. 23. - P. 28-32.
316. Bergmann F. Herkunfts-Identifizierung von Forstsaat gut auf der Basis von Isoenzym-Genhaufigkeiten / F. Bergmann // *Allg. Forst-Jagd-Ztg.* - 1975. - Jg 146. - H. 10. - P. 191-195.
317. Botanic gardens and the world conservation strategy. - London: Acad. Press, 1987. -367 p.
318. Bourliere F. Le evolution du concept de protection de la nature / F. Bourliere // *Bull. Union intern. conserv. nature et ressour.* - 1964. - № 10. - P. 1-6.
319. Brush S.B. Valuing Local Knowledge: Indigenous People and Intellectual Property Rights / S. B. Brush, D. Stabinsky (eds) // Island press, 1996.
320. Bysfrom M. Sharing the Benefits from Use of Genetic Resources and Traditional Knowledge / M. Bysfrom, P. Einarsson, G.A. Nycander Fair and Equitable // Swedish Scientific Council on Biological Diversity, 1999.
321. Chaw S. M. Seed plant phylogeny inferred from all three plant genomes: Monophyly of extant gymnosperms and origin of Gnetales from conifers / S. M. Chaw, C. L. Parkinson, Y. Cheng et al. // *Proc. Nat. Acad. Sci.: US.* - 2000. - Vol. 97, №8. - P. 4086-4091.
322. Cheliak W. M. Genetic effects of phenotypic selection in white spruce / W. M. Cheliak, G. Murray, J. A. Pitel // *For. Ecol. Manage.* - 1988. - Vol. 24. - P. 139-149.
323. Clausen J. Population studies of alpine and subalpine races of conifers and willows in the California high Sierra Nevada / J. Clausen // *Evolution.* - 1965. - Vol. 19, № 1. - P. 56-68.
324. Clausen J. Experimental studies on the nature of species. 1. Effect of varied environments on western American plants / J. Clausen, D. D. Keck, W. M. Hiesey // *Carnegie Inst. Washington Publ.*, 1940. - P. 520.
325. Clausen J. Heredity of geographical and ecologically isolated races / J. Clausen, D. D. Keck, W. M. Hiesey // *Amer. Natur.* - 1947. - Vol. 81, - № 797. - P. 114-135.

326. Conkle M. T. Isozyme variation and linkage in six conifer species / M.T. Conkle (tech. coord.) // Proc. of Sympos. on Isozymes of North American Forest Trees and Forest Insects USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PSW-48. - 1981. - P. 11-17
327. Connor H. E. Genetics in conservation and biosphere reserve selection / H. E. Connor // N. Z. Man and Biospher. Rep. 1979. - № 2. - P. 31-34. Цит. по: РЖБио. 1983.84396.
328. Diamond S. M. The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves / S. M. Diamond // Biol. Conserv. - 1975. - Vol. 71, № 2. - P. 129-146.
329. Edwards M. A. Genetic variation in shortleaf pine, *Pinus echinata* Mill. (Pinaceae) / M. A. Edwards, J. L. Hamrick // Forest Genetics. - 1995. - 2: 21-28.
330. Eriksson G., Dormling I., Norell L. Genetic variation in photoperiodic preconditioning in *Pinus sylvestris* L. seedlings / G. Eriksson, I. Dormling, L. Norell // Scandinavian Journ. of Forest Research. - 1994. - Vol. 9, № 3. - P. 218-225.
331. Estonian Forests and Forestry. - Tallinn, 1995. - 128 p.
332. Ferre Y. La structure des plantules de coniferes son importance en phylogenic / Y. Ferre // 8-me Congr. internat. bot. Rapp. et communs parvenus avant de Congres aux sect, 2, 4, 5 et 6. 1954. - P. 16-18.
333. Fryer J. H. Microevolution of photosynthetic temperature optimum in relation to the elevational complex gradient / J. H. Fryer, F. T. Ledig // Can. J. Bot. - 1972. - Vol. 50, №6. - P. 1231-1235.
334. Gabrilavicius R. Genetic resources of conifers and their conservation in Lithuania / R. Gabrilavicius, J. Danusevicius // Baltic Forestry. - 1996. - 2(1):15-21.
335. Giertych M. Studies on genetic variation in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) coordinated by JUFRO / M. Giertych, J. Oleksyn // Silv. Genet. - 1992. - Vol. 41, №3. - P. 133-143.
336. Gilpin M. E. Minimum viable populations: Processes of species extinction / M. E. Gilpin, M. E. Soule // Conservation. Biology: The science of scarcity ang diverssily. - Sunderland, 1986. - P. 19-34.
337. Goncharenko G.G. Allozyme Variation in Natural Populations of Eurasian Pines. III. Population Structure, Diversity, Differentiation and Gene Flow in Central and Isolated Populations of *Pinus sylvestris* L. in Eastern Europe and Siberia / G. G. Goncharenko, A. E. Silin, V. E. Padutov // Silvae Genetica. - 1994. - V. 43, № 2-3. - P. 119-132.
338. Guries R. P. Genetic diversity and population structure in pitch pine (*Pinus rigida* Mill.) / R. P. Guries, F. T. Ledig // Evolution. - 1982. - Vol. 36, № 2. - P. 387-402.
339. Gullberg U. Allozyme variation in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Sweden / U. Gullberg, R. Yardani, D. Rudin, N. Ryman // Silv. Genet. - 1985. - Vol. 34, № 6. - P. 193-201.

340. Harris L. D. The fragmented forest: Island biogeography / L. D. Harris // Theory and the preservation of biotic diversity. Chicago; L. Univ. - 1984. - P. 2411.
341. Hamrick J. L. Relationships between life history characteristics and electrophoretically detectable genetic variation in plants / J. L. Hamrick, Y. B. Linhart, J. B. Mitton // Am. Rev. Ecol. Syst. - 1979. - Vol. 10. - P. 173-200.
342. Hawkes J. G. Germplasm banks: a method for endangered plant conservation / J. G. Hawkes // Conservation techniques in botanic gardens. Koeltz scientific books. - Königstein, 1990. - P. 49-56.
343. Hawley G. J. D. H. de Hayes. Genetic diversity and population structure of red spruce (*Picea rubens*) / Hawley G. J. D. H. de Hayes. // Canadian Journal Botany. - 1994. - Vol. 72. - P. 1778-1786
344. Hooper M. D. The size and surroundings of nature reserves / M. D. Hooper // The scientific management of animal and plant communities for conservation Oxford: Blackwell, 1971. - P. 555-561.
345. Jain P. K. Evolutionary divergence among adjacent plant populations. 1. The evidence and its theoretical analysis / P. K. Jain, A. D. Bradshaw // Heredity. 1966. - Vol. 21. - P. 407-441.
346. Kalashnik N. Karyotype variability of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Ural mountain populations / N. Kalashnik, N. Starova // Cytogenetic studies of forest trees and shrub species. Contributions by member of the IUFRO Cytogenetic Working Party. - Zagreb, 1997. - P. 131-147.
347. Knowles P. Genetic variability among and within closely spaced populations of lodgepole pine / P. Knowles // Canad. J. Genet. Cytol. - 1984. - Vol. 26, № 2. - P. 177-184.
348. Knowles P. Genetic heterozygosity and radial growth variability in *Pinus contorta* / P. Knowles, J. B. Mitton // Silvae Genet. - 1980. - Vol. 29. - P. 114-117.
349. Koch G. Protected areas in Europe and their importance for conservation / G. Koch // Conservation and management of forest genetic resources in Europe. Eds. Geburek T., Turok J., Zvolen: Arbora Publishers, 2005. - P. 513-534.
350. Laliberte B. Botanic garden seed banks: genebanks worldwide, their facilities, collections and network / B. Laliberte // Botanic Gardens Conservation News. - 1997. - Vol. 2, №7. - P. 18-22.
351. Langlet O. Studien über die physiologische Variabilität der Kiefer und deren Zusammenhang mit dem Klima / Langlet O. // Medd. Skogsförsökanst., 1936. - Bd. 29. - S. 219-470.
352. Latta R. G. Direct and indirect estimates of seed versus pollen movement within a population of ponderosa pine / R. G. Latta, Y. B. Linhart, D. Fleck, M. Elliot // Evolution. - 1998. - Vol. 52, №1. - P. 61-67.

353. Latta R. G. A comparison of population differentiation across four classes of gene marker in limber pine (*Pinus flexilis* James) / R. G. Latta, J. B. Mitton // *Genetics*, 1997. - Vol. 146. - P. 1153-1163.
354. Latta R. G. Historical separation and present gene flow through a zone of secondary contact in ponderosa pine / R. G. Latta, J. B. Mitton // *Evolution*. - 1999. - Vol. 53. №3. P. 769-776.
355. Ledig F. T. Heterozygosity, heterosis and fitness in outbreeding plants / F. T. Ledig // *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer Associates, Sunderland Massachusetts. - 1986. - P. 77 - 104.
356. Linington S. H. The Millennium seed bank project / S. H. Linington // *Botanic Gardens Conservation News*. - 1997. - Vol. 2, № 7. - P. 34 - 35.
357. Lovejoy T. J. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments / T. J. Lovejoy, R. O. Bierregaard, A. B. Rylands et al. // *Conservation biology: The science of scarcity and diversity*. Sunderland, 1986. - P. 257-285.
358. Maaten T. Conservation and management of forest genetic resources in Estonia. / T. Maaten // *Материалы 3-го международного совещания «Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири» Красноярск, 23-29 августа 2011*. Красноярск: Тип. ООО «Дарма» - 2011. - 181 с.
359. MacMahon J. A. Thoughts on the optimum size of natural reserves based on ecological principles / J. A. MacMahon // *Selection, management and the design of wildlife reserves // Nature*. - 1975. - Vol. 254, № 5997. - P. 177-178.
360. Maley M., Parker W. H. Phenotypic variation in jack pine from northwestern Ontario / M. Maley, W. H. Parker // *Amer. J. Bot.* - 1989. - Vol. 76, №6. - P. 258.
361. Maley M., Parker W. H. Phenotypic variation in cone and needle characters in *Pinus banksiana* (jack pine) in northwestern Ontario / M. Maley, W. H. Parker // *Can. J. Bot.* - 1993. - Vol. 71, №1. - P. 43-51.
362. Mayr E. *Animal species and evolution* / E. Mayr // N.Y.: Harvard Univ. Press, 1963. - 797 p.
363. Mejnartowicz L. Genetic differentiation among Scots pine populations from the lowlands and the mountains in Poland / L. Mejnartowicz, F. Bergmann, Ed. Grigorius H. R. // *Lecture Notes in Biomathematics, population Genetics in Forestry*. New York Springer-Verlag. - 1985. - Vol. 60 - P. 253-266.
364. Millar C. I. Allozyme differentiation and biosystematics of the Californian closed cone pines (*Pinus* subsect. *Oocarpae*) / C. I. Millar, S. H. Strauss, M. T. Conkle, R. D. Westfall // *Systematic Botany*. - 1988. - V. 13. - P. 351 - 370.

365. Ministerial conference on the protection of forests in Europe (MCPFE). Sound forestry - sustainable development. // Helsinki: Ministry of Agr. and Forest, 1993. - 161 p.
366. Moran G. F. The genetic structure of the five natural populations of *Pinus radiata* / G. F. Moran, J. C. Bell, K. G. Edridge // *Canad. J. Forest Res.* - 1988. - Vol. 18. - P. 506-514.
367. Müller-Starck G. Monitoring genetic variation in forest tree population / G. Müller-Starck, H. R. Gregorius // *Proc. 18th IUFRO World Congress, Ljubljana, September 7-21.* - Ljubljana, 1986. - Div. 2., Vol. 2. - P. 589-599.
368. Muona O. Genetic change between life stages in *Pinus sylvestris*: allozyme variation in seeds and planted seedlings / O. Muona, R. Yazdani, D. Rudin // *Silvae Genet.* - 1987. - Vol. 36. - P. 30-42.
369. Myers O. Phenotypic variation in *Abies balsamea* in response to altitudinal and geographic gradients / O. Myers, F. H. Bormann // *Ecology.* - 1963. - № 44. - P. 429-436.
370. Picton H. D. The application of insular biogeographic theory to the conservation of large mammals in the northern Rocky Mountains / H. D. Picton // *Biol. Conserv.* - 1979. - Vol. 15, №1. - P. 73-79.
371. Prus-Glowacki W. Allozyme differentiation in some European populations of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) / W. Prus-Glowacki, L. Urbaniak, G. M. Zubrowska // *Genetica-Polonica.* - 1993. - Vol. 34, № 2. - P. 159-176.
372. Prus-Glowacki W. Genetic variation of *Pinus sylvestris* from Spain in relation to other European populations / W. Prus-Glowacki, B. R. Stephan // *Silvae Genetica.* 1994. - Vol. 43. - P. 7-14.
373. Report of the Panel of Experts on Access and Benefit-Sharing. UNEP/ CBD/ COP /5/8.1999. November 2.
374. Rogers D. L. The status of temperate North American forest genetic resources. / D. L. Rogers, F. T. Ledig // *Report №. 16.* Davis: University of California, Genetic Resources Conservation Program, 1996.
375. Rudin D. Studies of allele frequencies and inbreeding in Scots pine populations by the aid of the isosyme technique / D. Rudin, G. Eriksson, I. Ekberg, M. Rasmusson // *Silvae Genet.* - 1974. - Vol 23. - P. 10-13.
376. Salwasser H. Wildlife population viability: A question of risk / H. Salwasser, S. P. Mealey, K. Jonhson // *Trans. N. Amer. Wildlife Natar. Resource.* - 1984. - Vol. 49.
377. Sarvas R. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus sylvéstris* / R. Sarvas // *Comm. Inst. Forest. Fenn.* - 1962. - V. 53, №4. - P. 1-198.
378. Schiller G. Local differentiation among Mediterranean of Aleppo pine in their isoenzymes / G. Schiller, M. T. Conkle, C. Grunwald // *Silvae Genet.* - 1986. - Vol. 35. - P. 11-19.

379. Shaffer M. L. Minimum population sizes for species conservation / M. L. Shaffer // *Bioscience*. - 1981. - Vol. 31, №2. - P. 131-134.
380. Simberloff D. S. Island diogeography theory and conservation practice / D. S. Simberloff, L. G. Abele // *Science*. - 1976. - Vol. 191, № 4224. - P. 285-286.
381. Soule M. E. Benign neglect: a model of faunal collapse in the game reserves of East Africa / M. E. Soule, B. A. Wilcox, C. Holtby // *Biological Conservation*. - 1979. - №15. - P. 259-272.
382. Stanwood P. C. Cryopreservation of seed germplasm for genetic conservation / P. C. Stanwood // *Cryopreservation of plant cells and organs*. Boca Raton: C.R.C. Press, 1985. - P. 200-226.
383. Stern K. Genetics of forest ecosystems / K. Stern, L. Roshe // *Ecological Studies*. Berlin etc.: Springer. - 1974. - 330 pp.
384. Svoboda P. Lesni Dreviny a jeich porosty. Cast 1. / P. Svoboda // Praha: Satni Zem. - 1953. - 411 s.
385. Svoboda A. M. Die Nagelgehölze und ihre Variabilität in der Mongolischen Volksrepublik / A. M. Svoboda // *Folia Dendrologica*. - 1988. - №15. - S. 109-120.
386. Szmidt A. E. Molecular systematics and genetic differentiation of *Pinus sylvestris* (L.) and *P. densiflora* (Sieb. et Zucc) / A. E. Szmidt, X. R. Wang // *Theor. Appl. Genet.* - 1993. - Vol. 86. - P. 159-165.
387. Ten Kate K. Commercial Uses of Biodiversity / Ten Kate K., S. A. Laird // London: Earthscan Publications, Ltd, 1999.
388. The improved Pan-European indicators for sustainable forest management: Proc. of the 4th Ministerial conference on the protection of forests in Europe (MCPFE) [Электронны источник] // Vienna, 2003. - Режим доступа: <http://www.mcpfe.org/livingforests Summit>.
389. The Montreal process. Criteria and indicators for the conservation and sustainable management of temperate and boreal forests // Hull, (Quebec): Canadian Forest Service, 1995. - 120 p.
390. Thompson P. A. The use of seed banks for conservation of populations of species and ecotypes / P. A. Thompson // *Biol. Conservation*. - 1974. - Vol. 6, № 1. - P. 15-19.
391. Thompson P. A. The seeds bank at the Royal Botanic Gardens, Kew / P. A. Thompson, G. E. Brown // *Kew Bui.* - 1972. - Vol. 26. - P. 445 - 456.
392. Tikhomova V. L. The seed bank for native plants in cultivation at the Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow / V. L. Tikhomova, L. A. Smirnov // *Botanic Gardens Conservation News*. - 1997. - Vol. 2, № 9. - P. 42.
393. Turesson G. The genotypical response of the plant species to the habitat / G. Turesson // *Hereditas*. - 1922. - № 3. - P. 211-350.

394. Wang X.-Q. Phulogenetic relationships of Eurasian Pines (*Pinus*, Pinaceae) based on chloroplast *rbcL*, *matK*, *rpl20-rps18* spaser, and *trnV* intron sequences / X.-Q. Wang, Y. Tsumura, H. Yoshimari, K. Nagasaka, A. E. Szmidt // Amer. J. Bot. - 1999. - Vol 86, №12. - P. 1742-1753.
395. Wang X.-Q. Phylogeny and Divergence Times in Pinaceae: Evidence from Three Genomes / X.-Q. Wang, D. Tank, T. Sang // Mol. Biol. Evol. - 2000. - Vol. 17, № 5. - P. 773-781.
396. Yazdani R. Inheritance of fluorescent esterase and P-galactosidase in haploid and diploid tissues of *Pinus sylvestris* L. / R. Yazdani, D. Rudin // Hereditas. - 1982. - Vol. 96. - P. 191-194.
397. Yazdani R. Genetic structure of a *Pinus sylvestris* L. seed-tree stand and naturally regenerated understory / R. Yazdani, O. Muona, D. Rudin, A. E. Szmidt // Forest Sci. -1985. - Vol. 31, № 2. - P. 430-436.
398. Yeh F. C. Enzyme variation in natural populations of Sitka spruce (*Picea sitchensis*). 1. Genetic variation patterns among trees from 10 IUFRO provenances / F. C. Yeh, Y. A. El-Kassaby // Can. J. For. Res. - 1980. - Vol. 10. - P. 415-422.
399. Yeh F. C. Allozyme variation in *Picea maritima* from Newfoundland: genetic diversity, population structure and analysis of differentiation / F. C. Yeh, M. A. Khalil, Y. A. El-Kassaby, D. C. Trust // Canad. J. For. Res. - 1986. - Vol. 16. - P. 713-720.
400. Zhelev P. Genetic variation of the indigenous Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) population from the Rhodopi mountains / P. Zhelev, R. Longauer, L. Paule, D. Gomory // Nauka-za-gorata. - 1994. - Vol. 31, № 3. - P. 68-76.

**Приложение 1.** Таблица вкладов каждого из морфологических признаков в каждую из трех осей диаграммы рассеивания в каноническом пространстве

	Level of	Column	Function-ось 1	Function-ось 2	Function-ось 3
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>ПРИЗНАК</b>		1	0,000000	0,000000	0,000000
1		2	-0,045251	-0,082401	-0,081320
2		3	-0,056509	0,023108	0,003845
3		4	-0,060512	-0,115295	-0,039772
4		5	0,017873	-0,005702	0,137814
5		6	-0,128169	-0,030231	-0,056642
6		7	-0,077725	0,089432	0,021407
7		8	-0,003829	-0,052353	-0,047541
8		9	-0,050981	-0,018881	0,019064
9		10	-0,085782	0,092840	-0,038923
10		11	-0,030621	0,030497	-0,102244
11		12	-0,081988	0,043858	-0,082738
12		13	-0,014671	0,023355	-0,093174
13		14	-0,211724	0,078594	0,075374
14		15	-0,144428	-0,034615	0,028034
15		16	0,203373	-0,095374	-0,072022
16		17	0,204046	-0,090568	0,058960
17		18	0,218978	-0,138312	0,143474
18		19	-0,012954	0,079048	-0,124359
19		20	-0,137338	-0,067737	0,030170
20		21	0,217892	-0,111948	-0,056198
21		22	0,001862	-0,163731	-0,054164
22		23	0,068188	-0,027250	0,162227
23		24	-0,088332	-0,013082	0,037885
24		25	-0,119743	-0,144579	0,137561
25		26	-0,126495	0,034774	0,153623
26		27	-0,046660	0,004589	0,029799
27		28	-0,072769	0,123094	0,040536
28		29	0,063978	-0,119436	-0,054199
29		30	0,031380	0,137116	0,077010
30		31	-0,113522	-0,056087	0,104068
31		32	-0,185150	0,026113	-0,016260
32		33	-0,014023	-0,191376	0,101593
33		34	0,084895	-0,242050	0,123174
34		35	-0,082761	-0,192659	0,031281
35		36	-0,104868	-0,237277	0,010750
36		37	-0,020843	-0,004976	0,027165
37		38	0,045121	0,061455	0,037266
38		39	-0,090643	-0,277085	-0,091222
39	1	40	0,033837	0,017358	-0,194214
39	2	41	0,007344	0,053312	-0,114887
40	1	42	-0,025703	0,107915	0,018870
40	2	43	-0,051009	-0,037572	0,032986
40	3	44	0,045472	-0,080010	-0,042437
40	4	45	-0,031309	-0,056128	0,076673

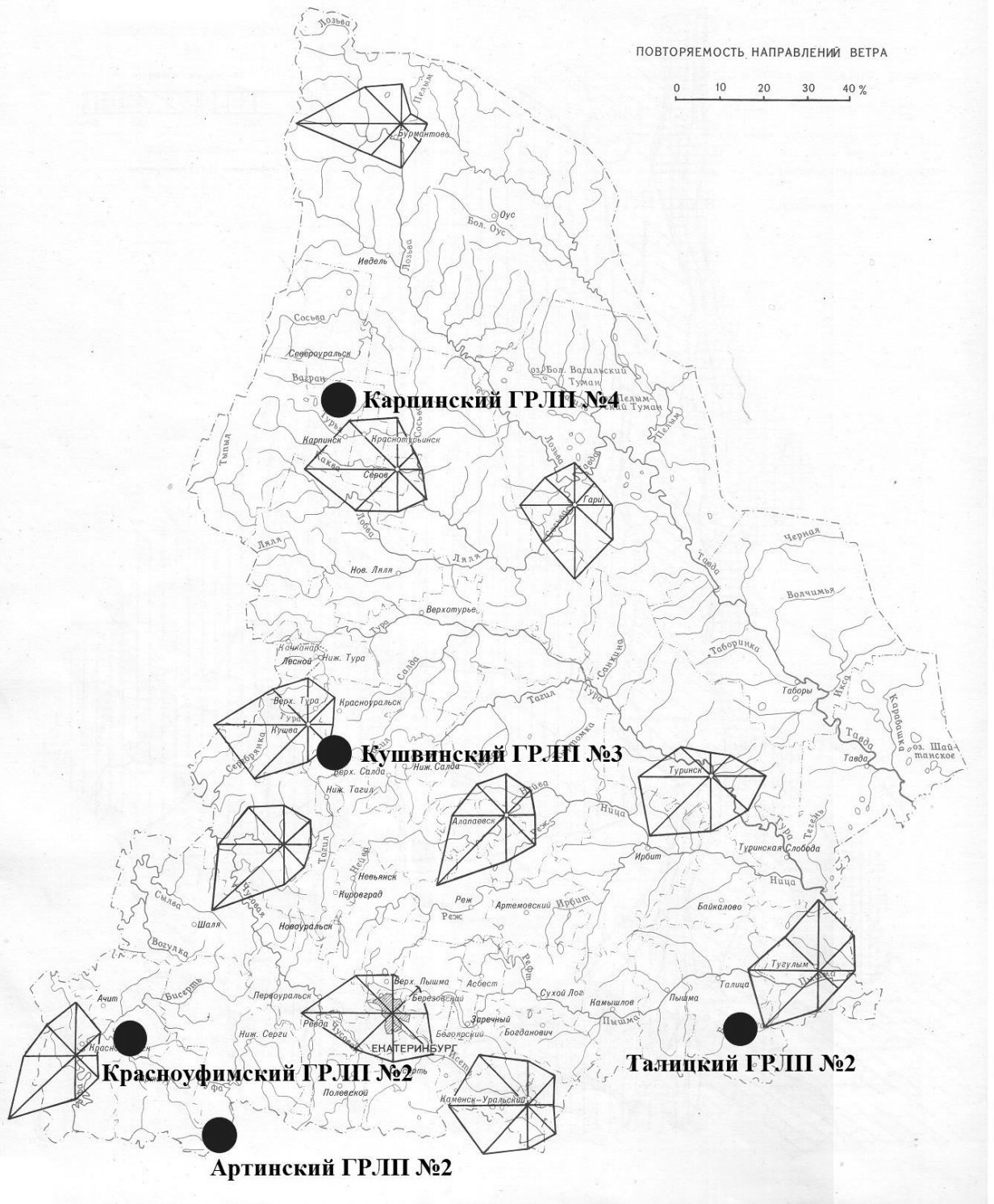


<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
40	7	46	-0,036779	-0,049475	0,029121
41	1	47	-0,027331	0,128475	0,041225
41	2	48	-0,037134	-0,085775	0,065530
41	3	49	-0,038494	-0,000135	-0,050505
41	4	50	-0,001132	-0,076360	-0,013202
39*40	1	51	0,029108	-0,078000	-0,132136
39*40	2	52	0,041297	-0,044996	0,030500
39*40	3	53	0,037645	0,003547	-0,056710
39*40	4	54	0,022792	-0,083345	0,108074
39*40	5	55	0,007196	-0,008640	0,047144
39*40	6	56	0,014735	-0,043785	-0,031598
39*40	7	57	0,061540	-0,004949	-0,001657
39*40	8	58	0,008646	0,048048	-0,044320
39*40	9	59	0,047722	-0,023216	0,026654
39*40	10	60	0,009275	0,016448	0,005839
39*41	1	61	0,032359	-0,154738	-0,055246
39*41	2	62	0,015925	-0,050990	-0,025358
39*41	3	63	0,010703	-0,062245	-0,013410
39*41	4	64	0,065157	-0,061968	-0,035070
39*41	5	65	0,046272	-0,113042	-0,011024
39*41	6	66	0,012931	-0,004391	-0,000529
39*41	7	67	0,041214	-0,051846	0,031160
39*41	8	68	0,036414	0,023310	0,009239
40*41	1	69	-0,008366	0,204943	0,158006
40*41	2	70	-0,023944	-0,013384	0,061371
40*41	3	71	-0,010656	0,045779	0,038314
40*41	4	72	-0,012046	0,016113	0,009040
40*41	5	73	-0,019145	0,045795	0,125033
40*41	6	74	-0,048878	0,042527	0,040075
40*41	7	75	-0,009136	0,072297	0,095540
40*41	8	76	-0,026873	0,069675	-0,019135
40*41	9	77	-0,045812	0,089708	0,049190
40*41	10	78	-0,034859	0,028530	-0,001674
40*41	11	79	-0,047172	0,061358	-0,003038
40*41	12	80	0,015697	-0,005975	0,012321
40*41	13	81	-0,008162	0,047312	0,103892
40*41	14	82	-0,019354	0,071599	0,007737
40*41	15	83	0,003395	0,069286	0,070551
40*41	16	84	-0,005922	0,018108	0,051410
40*41	17	85	-0,003800	-0,008009	0,080589
40*41	18	86	-0,021123	-0,027018	0,041974
40*41	19	87	-0,028150	-0,001043	0,053306
40*41	20	88	-0,050514	0,001773	-0,060539
39*40*41	1	89	-0,011317	-0,152088	0,049787
39*40*41	2	90	0,021102	-0,024876	0,062560
39*40*41	3	91	0,004330	0,027954	0,061444

## Продолжение Приложения 1

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
39*40*41	4	92	0,027554	-0,004909	0,003141
39*40*41	5	93	0,021467	0,071110	0,082731
39*40*41	6	94	0,056693	0,062181	-0,003346
39*40*41	7	95	0,017020	0,088601	0,068296
39*40*41	8	96	0,039291	0,057886	-0,011591
39*40*41	9	97	0,064511	0,045119	0,048782
39*40*41	10	98	0,101748	0,017822	-0,018296
39*40*41	11	99	0,055324	0,006907	0,028434
39*40*41	12	100	0,100542	-0,008033	0,015874
39*40*41	13	101	0,028887	0,070745	0,065917
39*40*41	14	102	0,046793	0,060030	0,015310
39*40*41	15	103	0,026046	0,083729	0,047314
39*40*41	16	104	0,041048	0,009824	0,057025
39*40*41	17	105	0,012203	0,005737	0,012685
39*40*41	18	106	-0,021212	0,030932	-0,073899
39*40*41	19	107	-0,025395	0,004525	-0,002895
39*40*41	20	108	0,006235	0,005345	-0,026312
39*40*41	21	109	0,006918	-0,127482	-0,033155
39*40*41	22	110	0,006677	-0,038743	0,047642
39*40*41	23	111	0,014589	-0,017218	0,022740
39*40*41	24	112	0,017751	0,030759	-0,001190
39*40*41	25	113	0,031788	0,019815	-0,033111
39*40*41	26	114	0,066922	0,012459	-0,027525
39*40*41	27	115	0,022371	0,013945	-0,023302
39*40*41	28	116	0,040268	-0,007175	0,004591
39*40*41	29	117	0,074956	-0,036464	0,041865
39*40*41	30	118	0,073827	-0,015376	0,029139
39*40*41	31	119	0,069205	-0,038175	0,020806
39*40*41	32	120	0,070960	-0,012898	0,040312
39*40*41	33	121	0,031788	0,019815	-0,033111
39*40*41	34	122	0,057223	-0,010196	0,006524
39*40*41	35	123	0,022371	0,013945	-0,023302
39*40*41	36	124	0,040268	-0,007175	0,004591
39*40*41	37	125	0,013265	0,011372	-0,055979
39*40*41	38	126	-0,000082	0,039437	-0,078867
39*40*41	39	127	0,002413	0,005087	-0,051182
39*40*41	40	128	0,009533	-0,011251	0,014860

## КЛИМАТИЧЕСКАЯ КАРТА. ВЕТЕР



Приложение 2. Рис. Ветра Свердловской области и схема обследованных ЛГР (аллозимный анализ хвои).

Атлас – Роскартография, 1995, Климатическая карта Свердловской области: ветер



**Приложение 4.** Таблица категорий защитности лесных насаждений, выделенных в качестве ЛГР в 1983-1984 гг (архив документов Ботанического сада УрО РАН)

Категория защитности лесных насаждений	Порядковый номер и название ЛГР, в состав которых были включены территории данной категории защитности
1	2
<p>- Лесопарковая часть зеленой зоны (36 ЛГР)</p>	<p>№ 1 - Алапаевский № 1  № 3 - Алапаевский № 3  № 6 - Асбестовский № 1  № 9 - Берёзовский № 1  № 10 - Берёзовский № 2  № 11 - Билимбаевский № 1  № 12 - Билимбаевский № 2  № 13 - Верхотурский № 1  № 18 - Гаринский № 3  № 25 - Егоршинский № 1  № 34 - Исовской № 1 (часть)  № 36 - Исовской № 3  № 38 - Каменск-Уральский № 2 (часть)  № 39 - Камышловский № 1  № 51 - Красноуральский № 2 (часть)  № 52 - Красноуфимский № 1  № 53 - Красноуфимский № 2  № 55 - Красноуфимский № 4  № 57 - Кушвинский № 2  № 58 - Кушвинский № 3  № 60 - Невьянский № 2  № 61 - Нижнесергинский № 1 (часть)  № 62 - Нижнесергинский № 2 (часть)  № 68 - Новолялинский № 5  № 75 - Полевской № 1  № 77 - Режевской № 2  № 79 - Салдинский № 2 (часть)</p>

1	2
- Лесопарковая часть зеленой зоны	№ 81 - Свердловский № 1 (часть) № 88 - Синячихинский № 2 № 93 - Сухоложский № 2 № 94 - Сысертский № 1 № 98 - Таборинский № 3 № 101 - Талицкий № 1 (часть) № 103 - Тугулымский № 1 № 104 - Тугулымский № 2 № 107 - Шалинский № 1 (часть)
- Защитные полосы вдоль дорог (6 ЛГР)	№ 14 - Верхотурский № 2 (часть) № 66 - Новолялинский № 3 № 90 - Сотринский № 1 (часть) № 92 - Сухоложский № 1 № 101 - Талицкий № 1 (часть) № 102 - Талицкий № 2
- Защитные полосы вдоль рек (14 ЛГР)	№ 20 - Гаринский № 5 № 56 - Кушвинский № 1 (часть) № 59 - Невьянский № 1 № 61 - Нижнесергинский № 1 (часть) № 63 - Нижнетагильский № 1 № 65 - Новолялинский № 2 № 73 - Оусский № 3 № 82 - Североуральский № 1 № 83 - Североуральский № 2 № 107 - Шалинский № 1 (часть) № 108 - Шалинский № 2 № 109 - Шамарский № 1 № 110 - Шамарский № 2 (часть) № 111 - Шамарский № 3
- Почвозащитные леса (3 ЛГР)	№ 5 - Артинский № 2 № 37 - Каменск - Уральский № 1 № 38 - Каменск-Уральский № 2 (часть)

1	2
<p>- Нерестоохранные полосы (14 ЛГР)</p>	<p>№ 2 - Алапаевский № 2  № 8 - Байкаловский № 1  № 14 - Верхотурский № 2 (часть)  № 16 - Гаринский № 1  № 19 - Гаринский № 4  № 24 - Гаринский № 9  № 41 - Карпинский № 1  № 42 - Карпинский № 2  № 50 –Красноуральский № 1  № 51 - Красноуральский № 2 (часть)  № 56 - Кушвинский № 1 (часть)  № 76 - Режевской № 1  № 79 - Салдинский № 2 (часть)  № 90 - Сотринский № 1 (часть)</p>
<p>- Данные не найдены (16 ЛГР)</p>	<p>№ 29 - Ивдельский № 3  № 32 - Ивдельский № 6  № 35 - Исовской № 2  № 40 - Камышловский № 2  № 46 - Карпинский № 6  № 47 - Карпинский № 7  № 48 - Карпинский № 8  № 49 - Карпинский № 9  № 64 - Новолялинский № 1  № 69 - Новолялинский № 6  № 70– Новолялинский № 7  № 71 - Оусский № 1  № 74 - Оусский № 4  № 78 - Салдинский № 1  № 86 - Серовский № 3  № 91 - Сотринский № 2</p>
<p>- Неэксплуатационные леса (1 ЛГР)</p>	<p>№ 95 - Сысертский № 2</p>

1	2
- Орехово - промысловая зона (кедр) (4 ЛГР)	№ 17 - Гаринский № 2 № 21 - Гаринский № 6 № 22 - Гаринский № 7 № 34 - Исовской № 1 (часть)
- Эксплуатационные леса местного или промышленного потребления (21 ЛГР)	№ 7 - Асбестовский № 2 № 15 - Висимский № 1 № 23 - Гаринский № 8 № 26 - Егоршинский № 2 № 27 - Ивдельский № 1 № 28 - Ивдельский № 2 № 30 - Ивдельский № 4 № 31 - Ивдельский № 5 № 33 - Ирбитский № 1 № 44 - Карпинский № 4 № 45 - Карпинский № 5 № 54 - Красноуфимский № 3 № 67 - Новолялинский № 4 № 72 - Оусский № 2 № 84 - Серовский № 1 № 85 - Серовский № 2 № 87 - Синячихинский № 1 № 89 - Синячихинский № 3 № 96 - Таборинский № 1 № 97 – Таборинский № 2 № 99 - Тавдинский № 1
- Памятники природы (4 ЛГР)	№ 4 - Артинский № 1 № 80 - Салдинский № 3 № 81 - Свердловский № 1 (часть) № 100 - Тавдинский № 2
- Коллекционный участок (2 ЛГР)	№ 105 - Уралмашевский № 1 № 106 - Уралмашевский № 2