



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ, БИОЛОГИИ И ХИМИИ

**Характеристика лесной растительности и биотопов памятника  
природы Ужовский бор**

**Выпускная квалификационная работа по направлению  
05.03.06 Экология и природопользование**

**Направленность программы бакалавриата  
«Природопользование»  
Форма обучения очная**

Проверка на объем заимствований:

66,58 % авторского текста

Работа рекомендована к защите

рекомендована/не рекомендована

«23 » 05 2025 г.

И.о. зав. кафедрой географии, биологии и  
химии

(название кафедры)

Малаев А.В.

Выполнила:

Студентка группы ОФ-423/058-4-1  
Курбатова Елена Евгеньевна

Научный руководитель:

Профессор, доктор биол. наук, кандидат  
с/х наук

Назаренко Назар Николаевич

Челябинск  
2025

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....   | 3  |
| ГЛАВА 1. ЛЕСА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ .....   | 5  |
| 1.1 Общая характеристика лесов Челябинской области .....  | 5  |
| 1.2 Характеристика Ужовского бора .....   | 12 |
| Выводы по первой главе.....   | 14 |
| ГЛАВА 2. МЕТОДИКИ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСНЫХ БИОТОПОВ .....  | 15 |
| 2.1 Геоботанический метод исследования .....  | 15 |
| 2.2 Фитоидикационный метод исследования.....  | 22 |
| 2.3 Обобщенные меры разнообразия .....  | 28 |
| 2.4 Меры выравненности.....   | 29 |
| 2.5 Меры доминирования .....  | 30 |
| Выводы по второй главе.....   | 30 |
| ГЛАВА 3. ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ЗАКАЗНИКА УЖОВСКОГО БОРА<br>И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ.....                       | 32 |
| 3.1 Фитоиндикация лесных массивов Ужовского бора и его<br>окрестностей .....                                | 32 |
| 3.2 Экоморфы Ужовского бора и его окрестностей .....  | 38 |
| 3.3. Фиторазнообразие лесной растительности Ужовского бора и его<br>окрестностей.....                       | 42 |
| 3.4 Эколого-ценотическая структура растительности памятника природы<br>Ужовский бор и его окрестностей..... | 47 |
| Выводы по третьей главе .....   | 58 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....  | 59 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....  | 61 |

|  |    |
|--|----|
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Паспортизация Ужовского бора и его сопредельных<br>территорий ..... | 64 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Кarta-схема заложенных площадок.....                                | 67 |

## ВВЕДЕНИЕ

Сосновые насаждения Челябинской области являются одним из важнейших элементов экологического комплекса региона. На фоне напряжённой экологической обстановки на Южном Урале, сосновые боры вносят значительный вклад в регуляцию климата, сохранение баланса воды и кислорода, поддержании состава атмосферы, очистки воздуха от загрязняющих веществ, позволяют поддерживать физическое и психологическое здоровье населения области. Поэтому их охрана и сохранение являются актуальными задачами в современных реалиях.

Сосновые леса наиболее распространены в нашей местности. Как правило, они состоят всего из трёх ярусов – древесного, травяного и подлеска. Сохранение состояния современных сосновых боров является одним из приоритетных направлений природоохранной деятельности. Постоянные рекреационные нагрузки приводят к ухудшению состояния всего насаждения и древостоя в частности его разрушению, т.е. к дигрессии, демонстрируют большую экологическую устойчивость в условиях рекреации.

Экосистемы Ужовского бора представляют собой разнообразие биотопов по ценотическим и внутриценотическим особенностям лесных сообществ. Изучение особенностей экосистем позволяет выявить степень влияния антропогенных факторов на территории ботанического памятника природы Ужовский бор, расположенного возле пос. Роцино. Ужовский бор объявлен памятником природы Челябинской области решением исполнительного комитета Челябинского областного Совета народных депутатов от 21.01.1969 г.

**Цель исследования** – изучения современного состояния биотопов ботанического памятника природы «Ужовский бор» и его сопредельных территорий.

**Задачи исследования:**

1. Изучить состояние лесного фонда Челябинской области и оценить характер и состояние островного бора вблизи пос. Роцино.
2. Провести полевые геоботанические обследования ботанического памятника природы.
3. Провести исследования биоразнообразия на территории ботанического памятника природы «Ужовский бор».
4. Выполнить комплексную оценку и анализ биотопов памятника природы «Ужовский бор».

**Объект исследования** – биотопы Ужовского бора.

**Предмет исследования** – экологические группы растений, ценотическая структура и режимы ведущих экологических факторов биотопов Челябинского городского бора.

**Практическая значимость** – материалы данного исследования могут быть полезны для педагогов, руководителей и специалистов научных и природоохранных учреждений.

**Актуальность исследования** состоит в том, что в открытых источниках исследований данных о настоящем состоянии флоры Ужовского бора и лесов в окрестности пос. Роцино не было обнаружено, хотя памятник находится недалеко от г. Челябинск.

# ГЛАВА 1. ЛЕСА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

## 1.1 Общая характеристика лесов Челябинской области

Челябинская область входит в состав Уральского федерального округа, которая расположена на восточных склонах Южного Урала и прилегающих территориях Зауралья, на стыке Европейской и Азиатской частей Российской Федерации, где Уральские горы являются естественной географической и орографической границей между ними. По территории области проходят две планетарные границы: между частями света – Европой и Азией, а также между Уралом и Сибирью. В Европейской части Челябинской области находится 15 % территории, в Азиатской – 85 %. Челябинская область располагается в трех природных зонах: горно-лесная (горная тайга, хвойные, лиственные и смешанные леса), лесостепная и степная [15].

Лесистость Челябинской области составляет 29,4 %, она относится к малолесным районам. Леса области занимают один Южно-Уральский лесостепной район лесорастительной зоны, который включает территории 27 муниципальных районов и некоторых городов (Верхний Уфалей, Златоуст, Карабаш, Копейск, Кыштым, Магнитогорск, Миасс, Пласт, Снежинск, Усть-Катав, Челябинск, Южноуральск с подведомственными территориями) [15].

В лесах Челябинской области произрастают более 10 разновидностей древесных пород. Основные лесообразующие породы представлены группами: хвойные породы (сосна, ель, пихта, лиственница); твердолиственные породы (дуб, клен, вяз); мягколиственные породы (береза, осина, ольха, липа, тополь, ива); прочие древесные породы и кустарники. В целом основными лесообразующими породами являются береза и сосна (53 % и 24 %) от общей площади лесных земель. Относительно большой процент по площади – 8,6 % занимает осина. В лесах, расположенных на западе Челябинской области преимущественно

произрастают хвойные насаждения. На севере, в средней части и северо-востоке Челябинской области доминируют лиственные насаждения с преобладанием берески, осины, ольхи серой; на юге и юго-западе области колочные и мягколиственные насаждения [15].

Челябинская область обусловлена большим разнообразием сосновых боров на своей территории. Преимущественно, они расположены на востоке региона, в лесостепной и степной зонах. Сюда относится территория Зауральского пенеплена и частично Западно-Сибирской низменности. Боры представляют собой либо своеобразные вечнозеленые острова, либо имеют вытянутую форму и протяжены вдоль лугов, болот, озёр, степей и рек. Такие формы обусловлены их произрастанием на горных породах кислого состава и песчаным, осадочным почво-грунтом. Поэтому такие боры называют ленточными, или островными. Главной особенностью данной группы боров является их происхождение. Они представляют собой реликты перигляциальной лесостепи ледникового периода [14].

Большая часть сосновых боров произрастают в местах выхода гранитов и продуктов их разрушения. Этую закономерность можно отследить на геологической карте Челябинской области. Всего в данном регионе произрастает 17 островных боров, имеющих статус особо охраняемой природной территории. Площади боров в настоящее время самые разные – они колеблются от 2,2 км<sup>2</sup>. (Ужовский бор) до 601,5 км<sup>2</sup> (Джабык-Карагайский бор). Однако, площади большинства боров составляют, как правило, 10–14 км<sup>2</sup> (Еткульский, Каштакский, Кичигинский, Травниковский, Дуванкульский, Хомутининский и Челябинский боры) [16].

Доминирующей лесообразующей породой в сосновых борах является сосна обыкновенная, в некоторых участках встречаются отдельные деревья и куртины лиственницы сибирской. На опушках могут

располагаться осины, на берегах водоёмов ольха, берёза заселяет места гари. Сосновый лес создаёт хорошие условия для формирования подлеска.

В борах лесостепной зоны его образуют боярышник кроваво-красный, вишня степная, ива кустарниковая, кизильник черноплодный, малина, ракитник, рябина обыкновенная, спирея городчатая, шиповник коричный. В борах степной зоны – карагана, спирея зверобоелистная, а также боярышник, вишня, кизильник, ракитник, шиповник. Травяной покров включает в себя более ста видов растений, в том числе редких и исчезающих видов, занесённых в Красную книгу. Животный мир представлен типичными обитателями фауны степной и лесостепной зон. Многие сосновые боры Челябинской области объявлены памятниками природы, являются общенациональным достоянием. Охрана данных объектов имеет государственное значение и предусмотрена природоохранным законодательством [9].

**Брединский бор.** Является самым южным бором Челябинской области. Находится в степной зоне восточной части Зауральского пенеплена Уральской горной страны. Бор является равнинным лесом из за небольших абсолютных высот и их очень незначительных перепадов. Площадь бора составляет 0,38326 тыс. га. Бор включает в свой состав разрозненные лесные массивы колочного типа, которые окружены степью. Доминирующие лесообразующие породы: сосна, берёза, осина, лиственница. Особенность Брединского бора, это его малые размеры, не смотря на это, в нём представлены различные растительные сообщества: сообщества сосновых лесов, сообщества настоящих дерновиннозлаково-разнотравных, петрофитных и солонцеватых степей и солонцеватых лугов. На территории охраняется 14 видов насекомых, 1 вид рептилий и 5 видов млекопитающих, а так же множество представителей флоры.

**Джабык-Карагайский бор.** Площадь бора составляет 60 1388 тыс. га. Этот бор является островным реликтом плейстоценовой перигляциальной лесостепи, расположен на юге области, в Карталинском

районе. Основная часть бора находится между населенными пунктами Новочерниговский, Париж, Великопетровка, Анненское, Кизилчилик, Еленинка и небольшой его участок – севернее посёлка Каменный. Особенностью его являются следующие уникальные группы редких природных сообществ: четвертичные реликтовые сообщества, сообщества на выходах останцевых гранитогнейсовых пород, экстразональные сообщества в местах контактов зональных типов растительности. Основная часть бора это лесные массивы, с вкраплениями пастбищ и небольшими болотами в низинах. В подлеске встречаются вишня, ива кустарниковая, акация желтая, черемуха, шиповник, смородина, можжевельник. Травяной ярусы представлены растениями преимущественно степной зоны, что выражается в доминировании злаков и его густоте. В его составе наиболее обычны: овес Шелля, тимофеевка Бемерова, вейник лесной, мятыник луговой, полыни, ястребинки, кошачья лапка, шалфей степной, лапчатка распространенная и некоторые другие виды. Сосна обыкновенная составляет лишь одну треть бора и чередуется с насаждениями берёзы и осины, изредка встречается лиственница, ольха чёрная. Отличительной чертой соснового бора является парковый характер и возрастная неоднородность древостоя, образованного рассеянно расположенными деревьями, имеющими округлые низкоопущенные кроны и сучья, начинающиеся нередко с 1-1,5 м. от земли.

**Чёрный бор.** Этот островной сосновый бор, занимающий площадь 2,0189 тыс. га и пролегающий в северной части Чесменского района, является реликтом плейстоценовой перигляциальной лесостепи. Особо охраняемая природная территория Черный бор расположена в степной части Зауральской равнины. Эта территория, расчлененная низкими холмами и долинами небольших рек, пролегает на кристаллическом основании древней платформы, покрытой позднейшими отложениями. Бор расположен на возвышенности, на северной и западной сторонах которой находятся выступающие сопки, скалистые горные породы, плиты и

останцы. Две самых крупных сопки носят название Пугачевой и Змеиной горы.

**Челябинский городской бор.** Располагается в черте города Челябинска, граничит с Центральным и Советским районами. Бор проходит по правому берегу р. Миасс. Протяженность бора с северо-востока на юго-запад составляет около 5,5 км, а средняя ширина около 2 км. Около 90 % древостоя представлено доминирующим видом – сосной обыкновенной. В низинах встречаются единичные представители берёзы пушистой и осины. В состав древостоя памятника природы так же включены рябина, липа, вяз, яблоня, ольха, ива. Присутствуют искусственные насаждения клёна ясенелистного, татарского, остролистного, дуба черешчатого, тополя бальзамического. Подлесок включает в себя кустарники кизильника черноплодного, бузины, жимолости, малины и другие, типичные для сосновых боров Челябинского региона виды. Травяной покров многоярусный, в меру обильный. На территории охранной зоны Памятника природы располагается выявленный объект архитектурного наследия «Памятник академику И. В. Курчатову» и выявленный объект археологического наследия «Стоянка Шершни 1».

**Еткульский бор.** Площадь 1208,56 га. Находится в Еткульском районе Челябинской области. Пролегает на территории восточного берега озера Еткуль. В чаще бора находится оз. Боровушка, берега которого поросли сосновой. Озеро имеет небольшие размеры. Господствующей древесной породой является сосна обыкновенная, возраст которой варьирует и достигает 200 лет и более. В состав древостоя входят также береза и осина. Фауна бора довольно разнообразна. Типичные представители млекопитающих бора это: лось, косуля сибирская, заяц-беляк, лисица, крот, барсук, мышевидные грызуны и летучие. Интерес для промысла здесь представляют глухари и тетерева, из хищных птиц можно выделить дербника. Большим разнообразием отличается орнитологический состав озёрных птиц.

**Сосновый бор «Золотая сопка».** Площадь: 1804 га. Находится это островной сосновый бор в Троицком районе Челябинской области. Является реликтом плейстоценовой перигляциальной лесостепи. Сосновый бор «Золотая сопка» отличается специфичностью древостоя и подлеска, поскольку расположен на границе степи и лесостепи. Основные лесообразующие породы – сосна, береза, осина. Очень слабый, изредка совсем отсутствующий подлесок. На каменистым обнажениях сформированы сухие сообщества боров с разряженным травяным покровом. В понижениях, где ровные и влажные участки рельефа, сформирован более густой, разнообразный и сложный травяной покров. Произрастает вид, занесенный в Красную книгу Челябинской области – ковыль перистый. Обитают следующие виды насекомых, занесенные в Красную книгу Челябинской области – обыкновенный богомол, дыбка степная, сенница амариллис, сенница тулия, голубянка лиана. Расположение вблизи города способствует мощной антропогенной нагрузке и влияет на экосистемы бора.

**Васильевский бор.** Этот островной сосновый бор, расположенный в Красноармейском районе Челябинской области, восточнее поселка Боровое является реликтом плейстоценовой перигляциальной лесостепи, играет важную средозащитную, санитарно-гигиеническую, оздоровительную и рекреационную роль. Васильевский бор расположен в лесостепной части Зауральской равнины. География бора отличается расчленёнными невысокими холмами и долинами небольших рек. Территория бора имеет мягко-увалистый характер поверхности с пологими склонами отдельных холмов, на которых выступают типичные останцевые формы в виде отдельных каменных глыб. Животный мир типичен для лесостепной зоны, в бору постоянно обитает куница.

**Кичигинский бор.** Островной сосновый бор, расположенный в Увельском районе у села Кичигино. является реликтом плейстоценовой

перигляциальной лесостепи, играет важную средозащитную, санитарно-гигиеническую, водоохранную, оздоровительную и рекреационную роль.

**Ларинский бор.** Уникальный сосновый бор, находящийся Уйском районе Челябинской области. Является комплексом участков ценных лесных насаждений. Часть бора не покрыта лесом, и представленная суходольными лугами. Основная лесообразующая порода – сосна, 11 присутствуют также береза бородавчатая, осина, лиственница. На территории памятника природы Ларинский бор обитают редкие виды животных и растений, занесенные в Красную книгу Челябинской области.

**Булатовский бор.** Памятник природы Булатовский бор расположен в лесостепной зоне Челябинской области и представляет собой комплекс, состоящий из участков ценных лесных насаждений (островного бора). Основная лесообразующая порода – сосна. Также присутствуют береза бородавчатая, осина. На территории памятника природы Булатовский бор обитают редкие виды животных и растений, занесенные в Красную книгу Челябинской области.

**Демаринский бор.** Памятник природы Демаринский бор расположен в центральной части Челябинской области у подножия восточных склонов Уральских гор. Поверхностные воды на территории памятника природы отсутствуют. Основу растительного покрова составляют сосновые леса, в составе древесного яруса которых имеется примесь березы повислой и осины. На территории Демаринского бора обнаружено 3 вида растений, внесенных в Красную книгу Челябинской области и Красную книгу Российской Федерации. На территории бора зарегистрировано 40 видов птиц и 2 вида муравьев, включенных в Красную книгу Челябинской области.

**Хомутининский бор.** Площадь: 1130 га. Относится к группе островных сосновых боров. Располагается на супесчаных почвах с увало-котловинным рельефом. На западе граничит с озером Подборное, которое также относится к особо охраняемой природной территории. Большая

часть бора заболочена, болота образуют вкрапления по всей территории бора, самое большое болото Боровое находится в центре. В лесных массивах ярко выражена сосна обыкновенная, единично встречается береза бородавчатая, береза пушистая, осина. Ярко выражен травяной покров, большое количество влаголюбивых и болотных видов растений, особенно в пониженных участках бора.

**Травниковский бор.** Площадь: 1628,5 га. Памятник природы Травниковский бор находится в лесостепной зоне Челябинской области. В состав входят два чернополосых участка. Относится к группе островных сосновых боров. В лесных массивах доминирующим видом является сосна обыкновенная, иногда встречается береза повислая, осина, лиственница сибирская. В самом центре бора находятся заросли сибирского кедра. Памятник природы находится в местах выхода или рядом с местом залегания гранитов и продуктов их разложения. На территории бора встречаются виды растений, занесенные в Красную книгу Челябинской области.

**Чебаркульский бор.** Памятник природы Чебаркульский бор располагается в предгорной лесостепной зоне Челябинской области, представляет собой островной сосновый бор. В лесных массивах преобладают сосна обыкновенная, береза бородавчатая, осина, липа, ольха черная и серая. Памятник природы Чебаркульский бор располагается в предгорной лесостепной зоне Челябинской области, представляет собой островной сосновый бор. В лесных массивах преобладают сосна обыкновенная, береза бородавчатая, осина, липа, ольха черная и серая [16].

## 1.2 Характеристика Ужовского бора

Памятник природы Ужовский бор. Расположен в 6 км юго-западнее с. Долгодеревенское, вблизи с. Ужовка. С запада ограничен р. Зюзелгой, с востока примыкает к землям пос. Рощино. Расположение Ужовского бора представлено на рисунке 1. Площадь памятника природы – 213,1 га. Длина

с северо-востока на юго-запад 25 км. Ширина – 1,5 км. Расположен в 106 и 116/112 квартале Долгодеревенского участкового лесничества. Целью образования памятника природы Ужовский бор является сохранение участка ценных лесных насаждений (островного бора) в естественном состоянии [8].

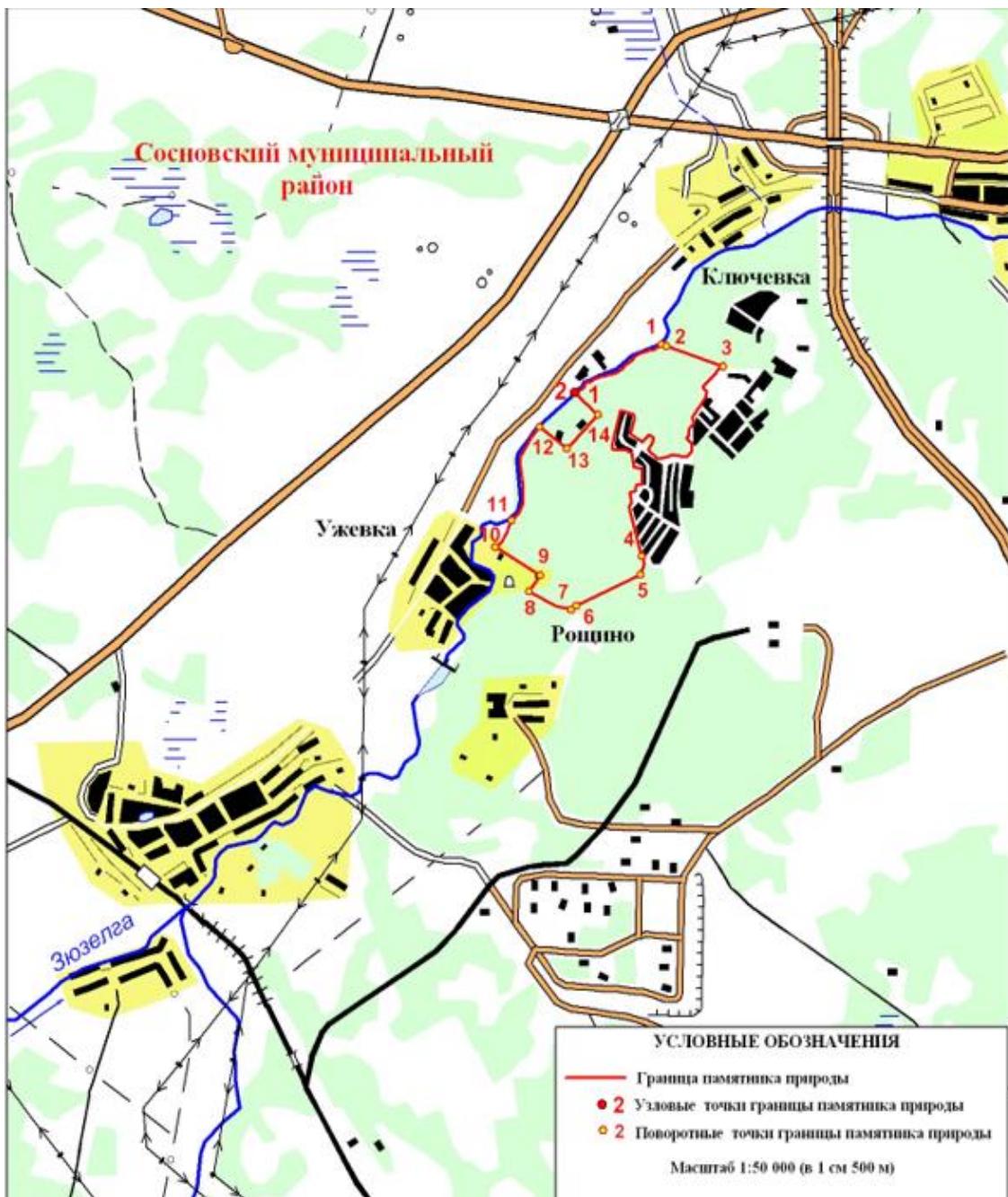


Рисунок 1 – Карта - схема памятника природы Ужовский бор [16]

Окружающая бор территория представляет собой часть Зауральского пепелена – слаборасчененную равнину с превышениями высот не более

60 м, на которой имеется развитая овражно-балочная система. Для этой территории характерны ландшафты северной осиново-березовой колочной лесостепи, в связи с чем сосновый бор является неординарным объектом. Произрастание сосны связано здесь с близким залеганием или выходами на дневную поверхность пород кислого состава – гранитов. Рельеф территории представляет собой слаборасчлененную равнину, на которой имеется развитая овражно-балочная система [16].

В древостое преобладает сосна обыкновенная с примесью осины и березы бородавчатой. В подлеске: кизильник черноплодный, шиповник коричный, вишня кустарниковая, малина обыкновенная и др. Испытывает сильную антропогенную и рекреационную нагрузку, так как сказывается близость большого промышленного города. Этот островной сосновый бор, расположенный в Сосновском районе Челябинской области, является реликтом плейстоценовой перигляциальной лесостепи, играет важную средозащитную, санитарно-гигиеническую, оздоровительную и рекреационную роль [16].

## **Выводы по первой главе**

В Челябинской области располагается большое количество сосновых боров, имеющих статус особо охраняемых природных территорий. Охрана данных объектов имеет государственное значение и предусмотрена природоохранным законодательством. Челябинская область относится к малолесистым районам России и обладает незначительными лесосырьевыми ресурсами. Сосновые боры наиболее распространены в нашей местности. Боры оказывают благоприятное влияние на прилегающие территории, имеют оздоровительное и эстетическое значение. Островные сосновые леса, каким является Ужовский бор, имеют разнообразие флоры и фауны. В таких лесах обитают и типично лесные, и степные, и лесостепные виды. Многие виды являются редкими и охраняемыми на территории регионов, в которых они располагаются

## ГЛАВА 2. МЕТОДИКИ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСНЫХ БИОТОПОВ

### 2.1 Геоботанический метод исследования

Геоботанические исследования – это изучение фитоценозов, их классификационных систем и закономерностей географического распространения, которые связаны с особенностями условий среды и фитоценотических отношений.

Исследование фитоценозов осуществляется при использовании методики полевых геоботанических описаний. На первоначальном этапе выполняется выбор места и заложение пробной площади, размер которой зависит от выделенного однородного сообщества. Так, площадь лесного сообщества закладывается размеров в 400–500 м<sup>2</sup> (20x20 м; 25x25 м), площадь луговых и болотных сообществ закладывается размеров в 100 м<sup>2</sup> (10x10 м). Описание выполняется при помощи бланков геоботанических описаний, которые отражают условия формирования фитоценоза (характеристика области или района исследования – географическое положение, рельеф, микрорельеф, характер почвы, особенности антропогенной трансформации и т.п.) и подробную характеристику флористического состава (видовой список, ассоциации, ярусность, аспект, обилие и т.п.) [11]. Для описания фитоценозы классифицируются на различные таксономические единицы для учета всех параметров и всестороннего анализа.

Описание ярусов. Ярусы – самые крупные структурные части вертикального строения фитоценоза. Каждый ярус занимает определённую экологическую нишу. Благодаря ярусности большое количество видов растений наиболее полно используют среду обитания. В древесных насаждениях первый ярус образуют главная и второстепенные древесные породы древостоя, второй ярус – подлесок – образуют кустарники и древесные породы, по различным причинам не способные достигнуть высоты древостоя, третий ярус – живой напочвенный покров (травянистые

растения, полукустарнички, мхи, грибы, покрывающие почву под пологом леса). Для травянистых растений высота ярусов определяется по максимальной высоте входящих в него растений. Высота деревьев и кустарников даётся в метрах, травянистых растений и кустарничков – в сантиметрах.

**Мозаичность** – горизонтальная неоднородность фитоценоза, которая характеризует неравномерное распределение растений в пространстве в зависимости от орографии, сложения почвенного покрова, фитоценотических взаимосвязей и индивидуальных фенологических особенностей.

**Общее проективное покрытие** (для травянистых растений) – величина проекции надземных органов растений на поверхности почвы, которая выражается в процентах и может определяться глазомерно. Этот показатель отражает конкуренцию растений за свет, влагу, питательные вещества и пространство.

**Сомкнутость крон** – показатель древесного и кустарникового ярусов, который отражает площадь проекций крон деревьев. Этот показатель принято выражать в долях от единицы или в процентах путём глазомерного оценивания небосвода относительно к закрытой части неба кронами деревьев. Например: кроны закрывают  $1/2$  часть неба, где степень сомкнутости равна 0,5, то есть составляет процентное отношение равно 50 %.

**Аспект** – внешний вид фитоценоза, который зависит от флористического состава, индивидуального фенологического состояния растений и их количественного соотношения. Наименование физиономической характеристики дается по преобладающему аспективному виду с последовательным присоединением существующих аспектов [11].

Признак обилия используется при описании фитоценоза для определения количественного соотношения в нём. **Обилие** – суммарная оценка числа особей каждого вида в пределах пробной площади. Объективный подсчет ведется по учёту обилия пород деревьев, где

название пород представляют по первой букве в сокращении и цифрами отражают соотношение пород по числу особей. Обилие видов травянистых растений характеризует шкала, предложенная датским ученым О. Друде в интерпретации А.А. Уранова (таблица 1)

Таблица 1 – Обилие видов травянистых растений [11]

| Обозначение обилия по Друде | Характеристика обилия                 | Среднее наименьшее расстояние между особями, см |
|-----------------------------|---------------------------------------|---|
| Soc (sociales)              | Растения смыкаются надземными частями | —   |
| Cop 3(copiosus)             | Очень обильно                         | Не более 20                                     |
| Cop 2(copiosus)             | Обильно                               | 20-40   |
| Cop 1(copiosus)             | Довольно обильно                      | 40-100  |
| Sp (sparsus)                | Достаточно редко                      | 100-150   |
| Sol (solitarius)            | Растения единичны                     | Более 150                                       |
| Un (unicum)                 | Единственный экземпляр                | —   |

Признак фенологического состояния растений (периодичность) определяет фенофазу каждого исследуемого вида и отражает закономерности интенсивного цветения и плодоношения, выясняет состояние растительных сообществ и их условия произрастания. Для удобства описаний рекомендуется использовать знаковые обозначения, которые отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Фенологическое состояние растений [11]

| Фенофаза  | Обозначение |          |
|---|-------------|----------|
|   | буквенное   | знаковое |
| Вегетация до цветения                                 | Вег.        | —        |
| Бутонизация (колошение у злаковых и осок)             | Бут., кшн.  | ^        |
| Начало цветения и спороношение                        | Зацв., сп.  | )        |
| Полное цветение и спороношение                        | Цв., сп.    | 0        |
| Отцветание и конец спороношения                       | Отцв., ксп. | (        |
| Созревание семян (плодов) и спор                      | Пл., сп.    | +        |
| Семена (плоды) и споры созрели и высыпаются (опадают) | Осып.       | #        |
| Вторичная вегетация после цветения и спороношения     | Вт. вег.    | ~        |

**Ассоциация** – совокупность растительных сообществ, которая имеет однородный видовой состав и обладает сходными экологическими условиями и фитоценотическими взаимосвязями.

Название ассоциации отражает доминантные виды (эдификаторы сообщества), наименование которых дается от верхних ярусов к нижним, а внутри каждого яруса – по возрастанию преобладания в фитоценозе. Полидоминантные ассоциации соединяются знаком «+» и сохраняют преобладание в наименовании в последовательном порядке [11].

**Доминантами** (господствующие) называют виды растений, которые численно по фитомассе или проективному покрытию преобладают в фитоценозе и отдельных его ярусах, независимо от роли этих растений в сложении фитоценоза. Растения, доминирующие в подчиненных ярусах, называют **содоминантами**.

Растения, которым принадлежит ведущая определяющая роль в сложении фитоценоза, в создании условий местообитания сообщества, его фитоклимата и почвы, независимо от их количества, называют **эдификаторами** [11].

Таким образом, изучая различные фитоценозы территории, мы получаем информацию о флоре данной территории. Для оценки постоянства и устойчивого существования вида в составе флоры и растительности территории необходимо знать, в какой мере биологические и экологические свойства данного вида соответствуют условиям произрастания.

I. Фанерофиты – это деревья или кустарники и наиболее высокие кустарнички. Побеги их не отмирают на неблагоприятное время года; почки возобновления, находясь над землей, плохо приспособлены к переживанию неблагоприятного времени года.

II. Хамефиты – низкорослые кустарнички и полукустарнички. Побеги хамефитов на неблагоприятный период года не отмирают или отмирают их верхние части. Почки возобновления находятся не выше 30

см над поверхностью земли, т.е. попадают под защиту снега, рельефа, отмершего растительного покрова, поэтому хамефиты лучше приспособлены к перезимовке, чем фанерофит.

III. Гемикриптофиты. У этой группы растений на неблагоприятный период года надземные части растения отмирают почти до основания, и конусы нарастания находятся на уровне поверхности почвы. Они прикрыты подстилкой, а зимой — снегом, вследствие этого гемикриптофиты хорошо переносят очень суровые зимы.

IV. Криптофиты. У растений этой жизненной формы надземные органы на неблагоприятный период года отмирают, и почки возобновления расположены на подземных органах, находящихся в почве на некоторой глубине (геофиты) или в воде (гидрофиты, гелофиты).

V. Терофиты. У растений этой группы на неблагоприятное время года отмирают не только надземные, но и подземные органы, остаются только семена, которым не вредят ни холод, ни засуха. Однако семена содержат незначительный запас питательных веществ, и молодые растения сами должны добывать их из почвы, чтобы за короткий весенний период пройти полный цикл развития от семени до семени. Эта возможность имеется лишь тогда, когда весна теплая и влажная. Терофиты свойственны пустыням, полупустыням и степям.

VI. Геофиты (G) — растения, почки возобновления которых в неблагоприятный период года расположены в почве на разной глубине (травянистые многолетники). Иногда границу между гемикриптофитами и геофитами проводят на глубине 1 см.

VII. Псевдотерофиты (Pth) — растения, которые переживают неблагоприятный период года в форме вегетативных диаспор или фрагментов побега, дающих начало дочерним особям с длительностью жизни не более 1 года (вегетативные однолетники).

VIII. Гидрохамефиты. (hCh) – растения, почки возобновления которых в неблагоприятный период года расположены в толще воды на разной глубине (травянистые многолетники).

IX. Гидрогемикриптофиты (hH) – растения, почки возобновления которых в неблагоприятный период года расположены на дне водного объекта (травянистые многолетники).

X. Гидрогеофиты (hG) – растения, почки возобновления которых в неблагоприятный период года расположены в грунте водного объекта (травянистые многолетники).

XI. Гидротерофиты (hTh) – водные растения, которые переживают неблагоприятный период года только в виде семян (однолетники).

XII. Гидропсевдотерофиты (hPth) – водные растения, которые переживают неблагоприятный период года в форме вегетативных диаспор или фрагментов побега, дающие начало дочерним особям с длительностью жизни не более 1 года (вегетативные однолетники).

Для того, чтобы глубже выяснить степень приспособления отдельных растительных компонентов к наиболее важным элементам биоценоза мы решили охарактеризовать приспособление видов растений к биогеоценозу. Для определения экоморф использовалась схема А. Л. Бельгарда.

В схеме прежде всего выделено приспособление видов к фитоценозу в целом, такие экоморфы названы ценоморфами, к условиям освещения – гелиоморфы, к температурным условиям – термоморфы, далее, приспособления к почвенному плодородию – трофоморфы и гигроморфы – приспособления к соответствующим условиям увлажнения.

Среди ценоморф можно различать лесные виды (сильванты), степные виды (степанты), луговые виды (пратанты), болотным виды (палюданты), виды сообществ засоленных местообитаний (галофиты) и сорные в широком смысле виды (рудеранты). К лесным видам, сильвантам (Sil), относятся наиболее типичные виды, слагающие лесные фитоценозы. Кроме древесно-кустарниковых растений, сюда входят представители напочвенного покрова (травы, мхи, лишайники), тесно связанные с лесной средой. Степанты (St) представлены преимущественно травянистыми видами, реже сюда входят некоторые кустарники, мхи и лишайники. Почти все степанты в значительной степени засухоустойчивы. Луговые виды, пратанты (Pr) отличаются от некоторых мезофильных лесных трав своей световой экологией, формируют луговые ассоциации. Болотные виды, палюданты (Pal), охватывают преимущественно травянистые и моховые виды, произрастающие в условиях избыточного увлажнения. К галофитам (Hal) относятся светолюбивые полукустарники и травянистые виды, обитающие на засоленных почвах и характеризующиеся значительной силой осмотического давления клеточного сока.

Рудеранты (Ru) — это сорные растения с весьма разнообразными экологическими свойствами и обычно тяготеющие к почвам, обогащенным азотом.

Следующие экоморфы: гелиофиты (He) — облигатные световые растения, сциогелиофиты (ScHe) — факультативные световые растения, гелиосциофиты (HcSc) — факультативные теневые растения, сциофиты (Sc) — облигатные теневые виды.

Среди термоморф различают олиготермофиты (OT) — холодостойкие растения тайги и тундры, мезотермофиты (MsT) — умеренно-холодостойкие виды зоны широколиственных лесов, мегатермофиты (MgT) — теплолюбивые растения степей и пустынь.

Трофоморфы представлены олиготрофами (OgTr) — видами, обитающими на бедных почвах, мезотрофами (MsTr) — видами, обитающими на почвах среднего плодородия, и, наконец, мегатрофами (MgTr) — растениями, тяготеющими к почвам большого почвенного плодородия.

Гигроморфы. Показывают приспособления к условиям почвенного увлажнения. Выделяют основные типы — засухоустойчивые (ксерофиты (Ks)), виды местообитаний «среднего» увлажнения (мезофиты (Ms)) и виды местообитаний избыточного увлажнения (гигрофиты (Hgr)) и их промежуточные формы (KsMs, MsKs и др.).

Следует также отметить, что отнесение вида к той или иной экоморфе иногда носит условный характер, что происходит от отсутствия резких границ между близкими экоморфами.

## 2.2 Фитоидикационный метод исследования

### Метод экологических шкал

В ходе геоботанических индикационных исследований накоплен большой материал о значении различных сообществ и видов растений как показателей экологических условий. Это послужило основой для создания различных типов индикационных справочников и определителей [4].

Экологические шкалы являются одной из форм индикационных справочников. В России широкое распространение получили амплитудные шкалы, детально разработанные Л. Г. Раменским. Они содержат классификацию местообитаний по отдельным факторам, а именно по увлажнению, богатству и засолению почв, переменности увлажнения, аллювиальности, пастбищной дигрессии. Шкалы используются для экологического анализа геоботанических описаний, сделанных на пробных площадях с учетом проективного обилия отдельных видов растений, обнаруженных на площадках, описанных в пределах данного местообитания.

Л. Г. Раменским были разработаны экологические шкалы для 140 видов растений, произрастающих в лесной и лесостепной зонах европейской части России. Аналогичные шкалы для фитоиндикации экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов разработаны Д.Н. Цыгановым. Их недостатком является невозможность перехода от качественных к количественным градациям [23; 24].

С помощью экологических шкал можно определять не только экологические условия местообитания растительных сообществ, но и оценивать составленную классификацию и типологию лесной и луговой растительности; учитывать характеристику изменений условий местообитания при динамике растительности – флюктуациях и сукцессиях, а также вести учет средообразующего воздействия растительности.

Применение индикации и использование индикационных справочников в качестве вспомогательного метода практикуют при исследованиях в основных направлениях индикационной геоботаники (педоиндикация, литоиндикация, гидроиндикация, индикация полезных ископаемых, индикация естественных процессов и индикация антропогенных процессов), так как являются лишь альтернативой прямых инструментальных измерений геоботанических исследований. Они дают сравнимые и стабильные, хотя и относительные экологические характеристики местообитаниям растительных сообществ [4].

### Многомерная классификация

Многомерная статистика позволяет выявлять неочевидные связи и закономерности между объектами, а также визуализировать структуру данных для лучшего понимания результатов анализа.

Исследование растительного покрова можно рассмотреть как систему в многомерном пространстве, метрика которой определяется количеством описаний и числом видов в них, а признаками являются количественные (либо качественные) характеристики видов из описаний. Анализ матрицы сводится к двум процедурам – разбивки всей

совокупности на относительно однородные группы и поиск факторов (градиентов), которые объясняют эту разбивку, определяют структуру объектов и особенности варьирования объектов и признаков в пределах обследованной территории.

Формальная разбивка описаний на группы выполняется на основе кластерного анализа с использованием коэффициентов сходства, которые представляют собой расстояния, связывающие признаки между объектами в многофакторном пространстве. Группировка в кластеры производится в соответствии с критериями сопряженности для редукции переменных, которые большое количество данных сводят к небольшому количеству классов, что облегчает интерпретацию результатов. Традиционно в геоботанических и экологических исследованиях используют классификации описаний по матрицам коэффициентов Жаккара, Сьеренсена-Чекановского (Брея-Кертиса), Эвклидово расстояние, корреляции Пирсона.

Нормированные коэффициенты позволяют искусственным путем избавиться от отрицательных коэффициентов и «сблизить» наиболее тесно сопряженные виды. Визуально они могут быть представлены дендрограммами, в которых главная связь отражается в критерии максимальной сопряженности (минимального коэффициента). Длина связи определяется величиной видовой сопряженности: чем она выше, тем длина меньше. По дендрограммам выделяются плеяды сопряженных видов. Границы плеяд чаще всего определяются переходом коэффициента видовой сопряженности от увеличения к уменьшению.

Для построения восходящей иерархической классификационной схемы рекомендуется использовать агломеративные методы группировки в кластеры:

- «метод ближайшего соседа» определяется последовательным присоединением описаний в зависимости от увеличения расстояния в многофакторном пространстве от пары наиболее «близких» описаний;

- «метод дальнего соседа» определяется формированием групп на основе максимальной разницы;
- «центроидный метод» определяется формированием групп от опорных «центральных» координат кластеров;
- «метод Уорда» определяется формированием групп с наименьшей дисперсией в них.

Существует бета-гибкая стратегия Ланса – обобщающая формула совокупности алгоритмов группировки объектов в кластеры, которая позволяет построить точную классификационную схему на основе формальной разбивки.

Проверка точности разработанных классификационных схем и выделенных гомогенных групп (классов) выполняется методами кластерного, многомерного и дискриминантного анализа. Алгоритмы дискриминантного анализа, который в основном используется для геоботанических описаний, максимизируют разницу между известными группами объектов в многомерном пространстве признаков. Для его выполнения должны соблюдаться условия – признаки должны иметь минимальную корреляцию и многомерное нормальное распределение, внутригрупповые дисперсии должны быть гомогенны и модель нужно строить на линейных зависимостях. В ходе дискриминантного анализа выделяются однозначные факторы, определяющие основные классы по признакам и значимые группы для дискриминации.

### Многомерная ординация

Метод ординационного анализа структурирует описание взаиморасположенных объектов (описаний, классов) в пространстве градиентов среды.

Выделяют две группы методов ординации – прямая и непрямая. Метод прямой ординации базируется на линейной зависимости между фактором и численностью вида (сопряженный анализ двух матриц – видов × описаний и факторов среды × описаний), а так же на

одномодальных колоколообразных кривых толерантностей видов. Анализ выявляет факторы, определяющие изменения видового состава и численности (проективного покрытия, встречаемости и т.д.) видов, а также выявление того, каким образом происходит ранжирование описаний по этим ведущим факторам среды.

Прямой градиентный анализ выполняется с использованием формальных статистических процедур, в частности, многомерного регрессионного анализа, канонического анализа соответствия (Canonical Correspondence Analysis), анализа избыточности (Redundancy Analysis) и его модификации, основанной на определении меры расстояния (Distance-based Redundancy Analysis).

Непрямой градиентный анализ основан на анализе матрицы видов описаний. При этом в ходе анализа матрицы выделяются условные оси (факторы), которые задают градиенты вариации растительности, и вдоль которых возможна группировка и ранжирование описаний. Полученные оси сопоставляются с режимами экологических факторов. Соответственно, априорного определения факторов среды не требуется – модель предполагает формальное выделение таких градиентов.

Метод многомерного шкалирования (Multidimensional Scaling) и, особенно, его непараметрический алгоритм – неметрическое многомерное шкалирование (Non-metric Multidimensional Scaling) являются возможным способом непрямого градиентного анализа почти без погрешностей. В основе алгоритма лежат аппроксимации реальных значений расстояний между объектами линейной монотонной функцией при фиксированном количестве координат. При этом в алгоритме неметрического шкалирования во внимание принимаются не фактические числовые значения расстояния между объектами, а их ранг относительно друг друга. Процедура шкалирования итерационная, при этом качество «подгонки» расположения объектов в пространстве осей шкалирования тем выше, чем большее число итераций. Качество аппроксимации оценивается согласно

значения показателя «стресса», который отображает квадрат разницы между истинными значениями расстояния между объектами и значениями аппроксимирующей функции.

Главным преимуществом многомерного шкалирования является отсутствие любых априорных предположений о данных, возможность использования любой меры расстояния (коэффициента сопряженности) между объектами и решение проблемы нулевой численности видов – в алгоритме задействованы не сами расстояния, а их ранги. Также процедура позволяет, исходя из величины показателя стресса, определять оптимальную метрику многофакторного пространства.

Единственной существенной проблемой непрямой ординации является идентификация осей. В отличие от прямого градиентного анализа, оси непрямой ординации не являются факторами в прямом смысле слова. В связи с этим предлагаются различные методы интерпретации осей.

Во-первых, одновременное проведение двух непрямых ординаций – по факторам среды и признакам растительности, после чего конечные результаты сопоставляются между собой. Недостатком данного метода является наличие данных о факторах среды для всех описаний без исключений, что возможно только при исследованиях небольшого количества описаний или длительных мониторинговых исследований.

Во-вторых, проводятся две ординации, но если для части описаний нет данных о факторах среды, то сопоставление производится по видам путем расчета средневзвешенных напряженностей факторов и сравнением ординаций между собой.

В-третьих, составляются видовые списки, приуроченные к противоположным полюсам градиентов факторов; и интерпретация факторов выполняется по наличию (отсутствию) и соотношению таких видов.

Наконец, одним из методов интерпретации осей является проведение корреляционного анализа между нагрузками на оси («координатами» описаний в факторном пространстве) и фитоиндикационными

характеристиками видов (R-методика) или рассчитанными фитоиндикационными показателями описаний (Q-методика). Наилучшие результаты дает использование непараметрических коэффициентов корреляции, например, Спирмена или Тау-Кэндалла.

### 2.3 Обобщенные меры разнообразия

Существует возможность оценить видовое богатство и доминирование совместно, с помощью обобщенных мер разнообразия, учитывающих как число видов, так и равенство между ними по численности [12].

Наиболее известным из таких показателей является индекс разнообразия Шеннона (H) (англ. Shannon Index of Diversity), вычисляемый по формуле (1):

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i \quad (1)$$

где  $p_i$  – относительное обилие каждого вида.

Значение индекса Шеннона возрастает как при увеличении числа видов, так и при увеличении равенства между ними по числу образцов. Иными словами, индекс Шеннона тем выше, чем выше общее число видов, и чем выше доля тех из них, которые представлены значительным числом образцов [12].

При подсчете индекса Шеннона может быть использован десятичный, двоичный или натуральный логарифм; в англоязычной литературе используется преимущественно десятичный вариант индекса, а в русскоязычной до недавнего времени преобладал двоичный. Индекс Шеннона не имеет верхнего предела значений. Для биот, представленных 100 видами, при невысоком уровне доминирования его значения колеблются в диапазоне от 1 до 2,5 (для варианта с десятичным логарифмом) [12].

Индекс Шеннона – наиболее распространенный показатель разнообразия, сохраняющий популярность почти полвека. Его широкое

использование привело к постановке вопроса о достоверности различий между значениями  $H$  в разных биотах. Хотя данная проблема актуальна фактически для всех индексов разнообразия, на сегодняшний день она корректно решена лишь для индекса Шеннона.

## 2.4 Меры выравненности

Именно выравненность, т.е. равномерность распределения особей по видам, служит основной мерой сложности спектра, как аспекта биологического разнообразия. Раздел настоящего пособия, посвященный анализу видового спектра, логичнее было бы начать именно с параметров выравненности. Но это крайне усложнило бы рассмотрение этих показателей, т.к. все существующие меры выравненности являются модификациями индексов доминирования и разнообразия [12].

Наиболее широко используемой мерой выравненности видового спектра служит индекс Пиелу ( $E_H$ ) (англ. Pielou Index), вычисляемый по формуле (2):

$$E_H = \frac{H}{H_{max}} , \quad (2)$$

где  $H$  – фактическое значение индекса Шеннона;  
 $H_{max}$  – максимальное значение индекса Шеннона для данного числа старших таксонов:  $H_{max} = \lg N$ , где  $N$  – число видов в биоте.

Индекс Пиелу, таким образом, является модификацией индекса Шеннона, получаемой путем исключения из него параметра видового богатства. Он указывает на то, насколько фактическое значение индекса Шеннона приближается к значению, максимальному для данного числа видов [12].

Индекс Пиелу принимает значения от 0 (выравненность отсутствует, т.е. все найденные образцы относятся к одному виду) до 1 (выравненность максимальна, т.е. все виды представлены одинаковым числом особей). Высокий уровень доминирования можно констатировать, если индекс

Пиелу имеет значение не ниже 0,9. Для конкретного видового спектра сумма значений индексов Пиелу и Симпсона близка к единице [12].

## 2.5 Меры доминирования

Мера неравенства между видами биоты по числу особей (образцов) называется доминированием (англ. dominance).

При высоком уровне доминирования виды могут быть разделены на две группы – доминанты (англ. dominant), представленные наибольшим числом особей и аутсайдеры (англ. outsider), представленные незначительным числом особей. Указанные понятия близки к категориям обилия, но, в отличие от них, указывают на значительное неравенство между видами по численности, а соответственно – по роли в сложении биоты [12].

Основной количественной мерой доминирования служит индекс Симпсона (D) (англ. Simpson Index), который вычислялся по формуле (3):

$$D = \sum p_i^2 \quad (3)$$

где  $p_i$  – относительное обилие каждого вида, т.е.  $p_i = n_i/n$ , где  $n_i$  – число особей, принадлежащих  $i$ -му виду, а  $n$  – общее число особей в исследуемом материале.

Индекс Симпсона принимает значения от 0 (доминирование отсутствует, т.е. все виды представлены одинаковым числом особей) до 1 (доминирование абсолютное, т.е. все найденные образцы относятся к одному виду). Высокий уровень доминирования можно констатировать, если индекс Симпсона превышает значение 0,1 [12].

## Выводы по второй главе

На исследуемой территории находится ДОЛ «Утёс», который влияет на сосновые насаждения памятника природы Ужовский бор. Постоянные рекреационные нагрузки приводят к ухудшению состояния всего насаждения и древостоя в частности его разрушению, т.е. к дегрессии.

С помощью различных методов исследования и индексов биоразнообразия можно выявить состояние бора. Изучение флоры представляет практический и научный интерес.

## ГЛАВА 3. ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ЗАКАЗНИКА УЖОВСКОГО БОРА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

### 3.1 Фитоиндикация лесных массивов Ужовского бора и его окрестностей

Для дендрофлоры Ужовского бора и окрестностей пос. Роцино преобладающими жизненными формами являются деревья. С точки зрения систематики, рассматриваемая дендрофлора представлена 3 семействами высших сосудистых растений: *Pinaceae* (*Pinus sylvestris*), *Betulaceae* (*Betula pendula*) и *Salicaceae*.

Насаждения лесного участка характеризуются следующими показателями:

- средний диаметр – 24 см;
- средняя высота – 21 м;
- средняя высота яруса – 21,7 м;
- средний возраст – 72 г.

На исследуемой территории находится ДОЛ «Утёс», который влияет на сосновые насаждения памятника природы Ужовский бор. Постоянные рекреационные нагрузки приводят к ухудшению состояния всего насаждения и древостоя в частности его разрушению, т.е. к дигрессии.

Состав древостоя упрощается, отпадают породы слабоустойчивые к рекреационным нагрузкам, в т.ч. сосна. При этом мягколиственные породы демонстрируют большую экологическую устойчивость в условиях рекреации. На площадях с максимальным приближением к объекту рекреации увеличивается доля деревьев в неудовлетворительном состоянии до 31,3 %, практически все они имеют механические повреждения стволов или корневых систем. С удалением от лагеря эти процессы сглаживаются.

На всей территории, где проводились исследования, присутствует несколько типов леса, характеризующиеся как сосновый разнотравный

(СРТР), березняк разнотравный (БРТР) и сосняк мшистоягодниковый (СМШЯГ).

Средний класс (индекс) санитарного состояния главной и породы сосны достигает наибольших значений в зоне максимальных рекреационных нагрузок на ВПП от 1 до 2,68. Улучшение состояния древостоя при снижении антропогенного прессинга сопровождается уменьшением индекса по сосне с 2,68 до 1,31–1,39 на контролях ВПП 4 к и 5 к при удалении от лагеря более 700 м.

В составе древостоев на долю сосны приходится 7-10 ед., а березы до 3 ед. Они имеют возраст 100-125 лет, полноту 0,6-0,7, II бонитет, запас варьирует от 330 м<sup>3</sup> до 400 м<sup>3</sup> на 1 га. С приближением к основному источнику рекреации наблюдается перераспределение его видового состава от лесных видов к синантропным.

Для оценки режимов экологических факторов биотопов по характеру растительного покрова при экологических исследованиях могут использоваться фитоиндикационные шкалы.

Как правило, во всех существующих экологических шкалах используется ранжирование по увеличению или уменьшению действия определенного экологического фактора – используется так называемая ранговая шкала. Обычно в таких шкалах представлены балльные оценки.

Шкала начинается от одного балла при минимальном оцениваемом режиме фактора и продолжается до максимального его проявления. Число баллов может быть различна для разных факторов, также она может быть различна для одного фактора у разных авторов.

Шкала переменности почвенного увлажнения характеризует постоянство водного баланса местности, где расположено сообщество. Выделяется шесть ступеней данной шкалы:

- ступени 1-4 – высоко-обеспеченное водное питание;
- ступени 5-6 – средне-обеспеченное водное питание;
- ступени 7-8 – переменно-обеспеченное водное питание;

- ступени 9-11 – умеренно-переменное увлажнение;
- ступени 12-15 – сильно-переменное увлажнение;
- ступени 16-20 – резко-переменное увлажнение.

На исследуемых территориях значения по переменному увлажнению были в диапазоне от 5,0 до 6,7 (рисунок 2). На всей территории только вторая ступень переменного увлажнения – средне-обеспеченнное водное питание. Эти условия широко распространены и наиболее обычны для разных местообитаний лесной зоны.

Переменное увлажнение почв Ужовского бора и его окрестностей

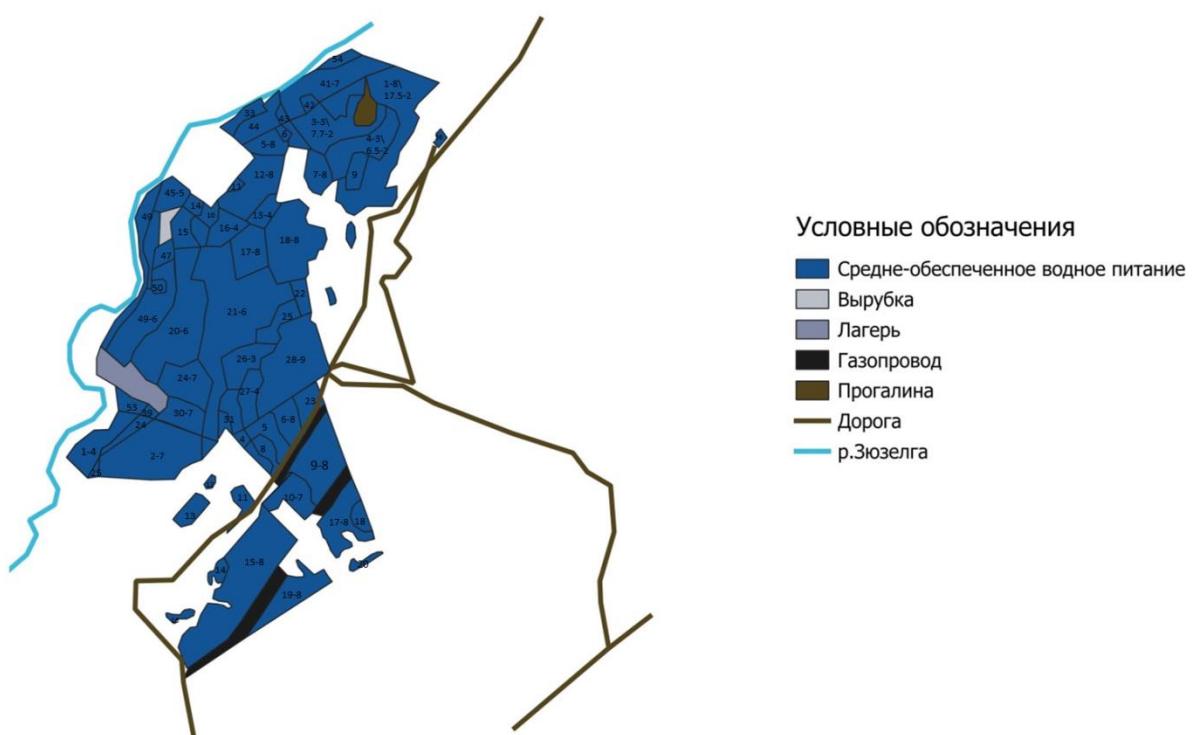


Рисунок 2 – Карта переменного увлажнения почв Ужовского бора и его окрестностей

Обеспеченность водного питания здесь заметно изменчива по годам и за вегетационный период, но не настолько велика, чтобы вызвать у растений соответствующие защитные приспособления.

Ощутимых кризисов в снабжении растений влагой здесь не наблюдается. Южнее такие местообитания приурочены к северным склонам, полянам, к выходам грунтовых вод; эта приуроченность с углублением в степную зону становится все более строгой и узкой.

Кислотность почвы — это свойство почвы проявлять свойства кислот. Наличие ионов водорода (Н-ионов) в почвенном растворе, а также обменных ионов водорода и алюминия в почвенном поглощающем комплексе при неполной нейтрализации придаёт почве кислую реакцию.

Повышенная кислотность почвы негативно сказывается на росте большинства культурных растений за счёт уменьшения доступности ряда макро- и микроэлементов, и наоборот, увеличения растворимости токсичных соединений марганца, алюминия, железа, бора и др., а также ухудшения физических свойств.

Шкала кислотности почв, выраженная в единицах рН, представляет собой количественную оценку уровня кислотности почвы и определяет следующие уровни кислотности почв:

1. Очень кислые почвы — биотопы олиготрофных болот, альпийских лугов и др. с величинами рН < 3,7;
2. Достаточно кислые почвы — биотопы альпийских лугов, боров и др. с величинами рН 3,7–4,5;
3. Кислые почвы — биотопы с дерново-подзолистыми почвами рН 4,5–5,5;
4. Слабокислые почвы — биотопы с почвами рН 5,5-6,5;
5. Нейтральные почвы — биотопы с почвами рН 6,5-7,1;
6. Щелочные почвы — биотопы с почвами рН 7,2-8,0.
7. Сильно щелочные почвы — биотопы с почвами рН >8,0.

На территории Ужовского бора и прилегающих к нему лесных массивов значения кислотности почв варьируются от 6,8 до 8,0. Присутствуют два типа кислотности почв – нейтральные и щелочные почвы, распределение кислотности почв показано на рисунке 3.

Щелочные почвы – снижается доступность фосфора для растений. Железо и магний хуже усваиваются растениями из почвы, что ведет к развитию хлороза.

Нейтральные почвы – оптимальные условия для деятельности полезных бактерий и червей. Основные питательные вещества доступны растениям.

### Кислотность почв Ужовского бора и его окрестностей

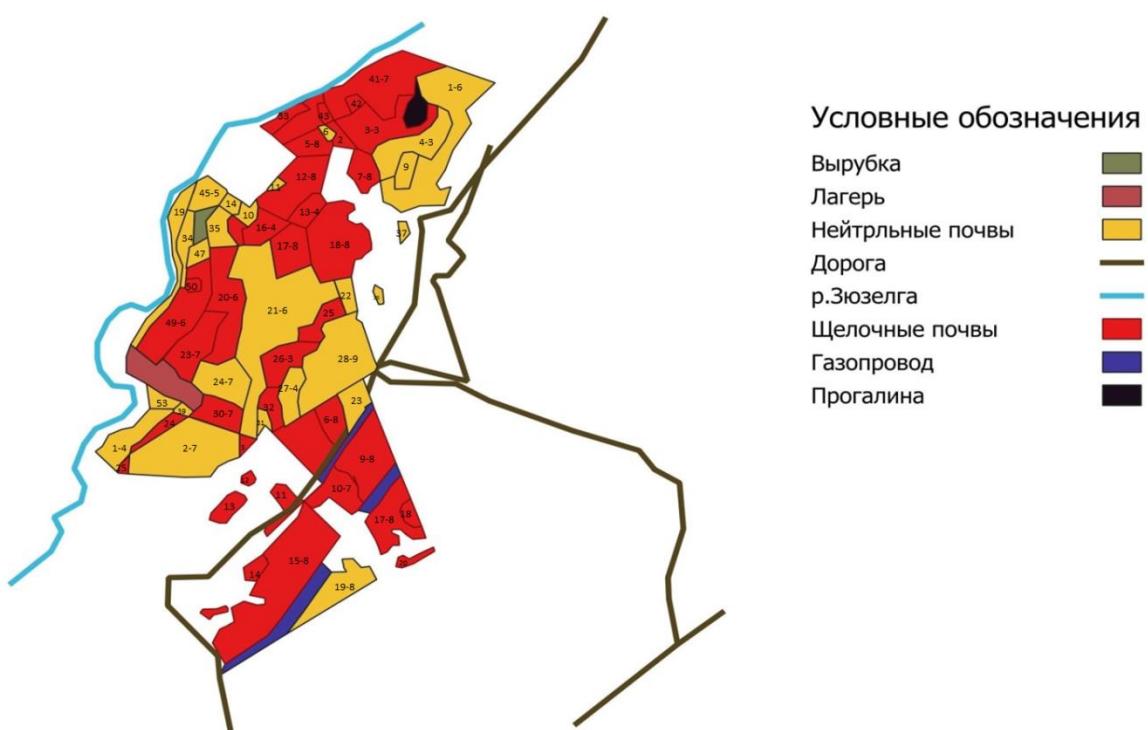


Рисунок 3 – Карта кислотности почв Ужовского бора и его окрестностей

Также для характеристики физико-химических и механических свойств имеет важнейшее значение определение карбонатов в почве.

Содержание большого количества карбонатов во многом связано с высокой карбонатностью материнских пород. Условно пути поступление карбонатов в почвы можно разделить на две группы:

- формирование карбонатов непосредственно в почве,
- поступление извне.

Шкала карбонатности почв основывается на содержании в них карбонатов, главным образом кальцита:

1. Бескарбонатные почвы – биотопы почв с отсутствием ионов  $\text{CO}_3^-$ .
2. Очень бедные карбонатами почвы – биотопы почв с содержанием  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$  0,05 %.
3. Бедные карбонатами почвы – биотопы почв с содержанием  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$  0,5 % (подзолы, лугово-глеевые).
4. Почвы с невысоким содержанием карбонатов – биотопы почв с содержанием  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$  0,5–1,5 % (серые почвы, солонцы).
5. Почвы с обогащенными карбонатами – биотопы почв с содержанием  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$  1,5–5,0 % (черноземы, солончаки).
6. Почвы с высоким содержанием карбонатов – биотопы почв с содержанием  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$  5–10 % (почвы черноземного ряда на богатых карбонатами материнских породах). Кальцефильная флора.
7. Почвы на меловых отложениях с содержанием  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO} > 10\%$ .

Меловая флора (кретофиты).

На исследуемой территории значение карбонатности почв колеблются в пределах от 5,5 % до 7,3 %, распределение карбонатности почв показано на рисунке 4.

Содержат соли угольной кислоты, а также, главным образом, кальций и магний. Кроме этого встречаются минералы: кальцит, доломит, люблинит, анкерит, арагонит.

Невысокая плодородность из-за тонкого верхнего слоя с небольшим содержанием гумуса. Непригодны для выращивания культур с глубокой

корневой системой. рН-показатель, равный или больший 7, усложняет усвоение растениями железа и марганца.

Карбонатность почв Ужовского бора и его окрестностей

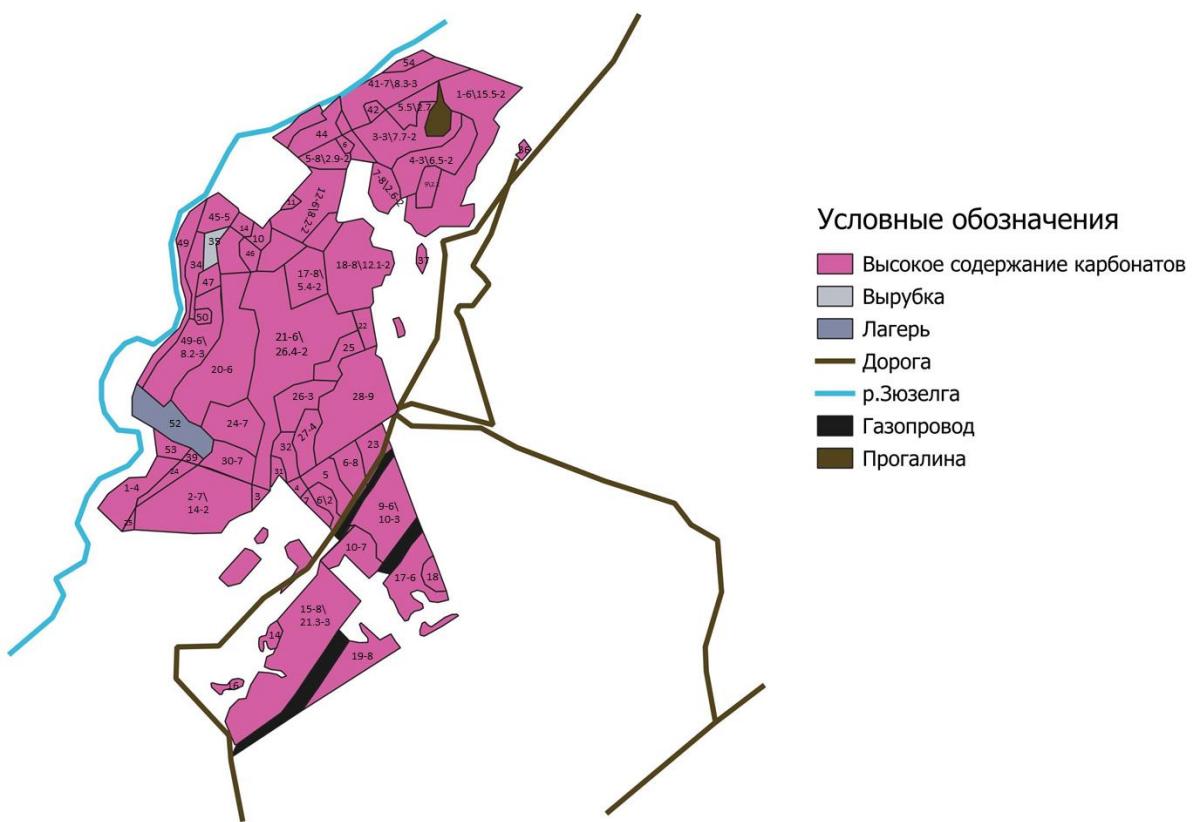


Рисунок 4 – Карта карбонатности почв Ужовского бора и его окрестностей

### 3.2 Экоморфы Ужовского бора и его окрестностей

Экоморфический анализ является способом оценки биотопического и ценотического фиторазнообразия. Такая оценка рассматривается как система адаптаций видов к лесорастительным условиям по соотношению экологических групп – климаморф (климат), трофоморф (трофность почв), гигроморф (увлажнение), гелиоморф (освещенность) и ценоморф (ценоз) [18].

Дендрофлора посёлка исторически складывалась на протяжении почти ста лет. Для дендрофлоры пос. Рошино преобладающими жизненными формами являются деревья. С точки зрения систематики,

рассматриваемая дендрофлора представлена 4 семействами высших сосудистых растений: *Pinaceae* (*Pinus sylvestris*), *Betulaceae* (*Betula pendula*) и *Salicaceae* (*Pópulus trémula*), *Aceraceae* (*Acer negundo*).

Подлесок представлен такими семействами, как: *Rhamnaceae*, *Rosaceae*. Самыми распространёнными являются виды: *Prúnus fruticósa*, *Rúbus idáeus*, *Sorbus aucuparia L.*

Травяной ярус представлен большим количеством растений. Самыми распространёнными являются: *Astreraceae*, семейство представлено видами *Arctium láppa*, *Árctium tomentósum*, *Artemísia absinthium L.*, *Centaurea cyanus*, *Chamomilla recutita*, *Círsium palústre*, *Tussílago farfara L.*. *Astreraceae* – это семейство сосудистых растений класса Двудольные, отдела Покрытосеменные (Цветковые). Самое многочисленное среди двудольных.

Второе по численности видов является семейство: *Rosaceae*, были обнаружены такие виды, как: *Rúbus idáeus*, *Sorbus aucuparia L.*, *Fragaria vesca*, *Rosa canina*, *Rubus saxatilis*. *Rosaceae* (Розовые) – семейство двудольных раздельнолепестных растений, входящее в порядок розоцветных.

Следующее по численности видов выделено семейство *Apiaceae*. Семейство представлено несколькими видами: *Aegopodium podagraria L.*, *Angelica sylvestris L.*, *Coníum maculátum*, *Heracleum sibíricum*. *Apiaceae* (Зонтичные) – семейство растений из порядка Зонтикоцветные класса Двудольные.

Также в травяном ярусе представлены такие семейства как: *Polygonaceae* (вид *Polygónum aviculáre*), *Cyperaceae* (вид *Carex pillosa*), *Papaveraceae* (вид *Chelidonium majus L.*), *Lamiaceae* (вид *Origanum vulgare L.*), *Dennstaedtiaceae* (вид *Pteridium aquilinum*), *Fabaceae* (вид *Trifolium pratense*), *Urticaceae* (вид *Urtica dioica*) и др.

Для определения климаморф использовалась система К. Раункиера. Распределение климаморф выделяет 3 доминирующих группы:

гемикриптофиты (HKr) составляют 54 % флоры, а доля фанерофитов и геофитов (Ph и G) находятся в равных процентных соотношениях – 15 %, представленные на рисунке 5.

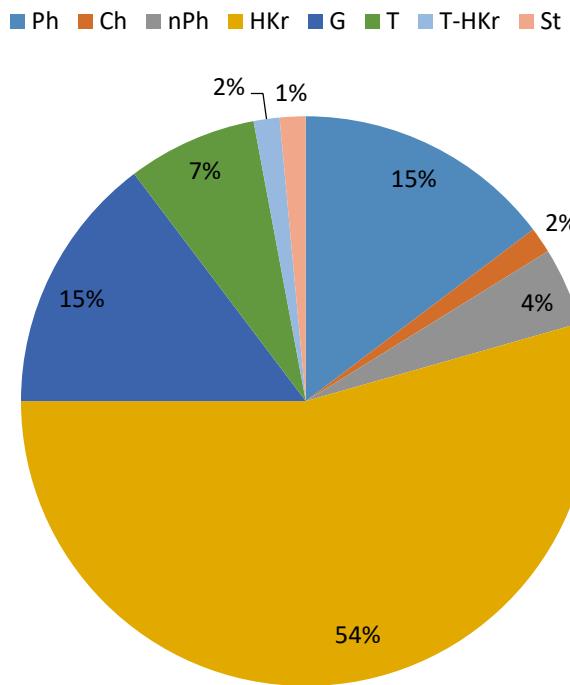


Рисунок 5 – Климатоморфы Ужовского бора и сопредельных территорий

Полученные распределения являются классическими для сосновых лесных экосистем так, как сосняки образуют разреженные лесопокрытые территории (достаточно освещенные территории с минимальной сомкнутостью крон), что дает возможность распространения и существования кустарничковых и полукустарничковых (nPh, Ch), опушечно-луговых (HKr, G) типов растительных сообществ. Климатические условия исследуемой территории (холодная и снежная зима и довольно жаркое лето) обуславливают преимущество гемикриптофитов и геофитов (HKr и G), которые приспособлены к данным суровым условиям. Почки возобновления гемикриптофитов находятся на уровне поверхности почвы, а геофитов на подземных органах, которые зимой прикрыты снегом, а летом лесной подстилкой, что позволяет переносить неблагоприятные условия.

Соотношение трофо- и гигроморф исследуемых площадок территории Ужовского бора (рисунок 6) указывают на преобладание достаточно увлажненных местообитаний, соотношение гигроморф (мезофитов – Ms и ксеро-мезофитов – KsMs), так как рядом с бором проходит река Зюзелга, что даёт возможность развитию болотистых и мокролуговых пространств, а повышенное содержание гумуса можно объяснить накоплением опада растительного органического вещества в нижнем ярусе соснового леса.

■ MsT ■ Ms ■ HgMs ■ KsMs ■ Ks ■ MsKs

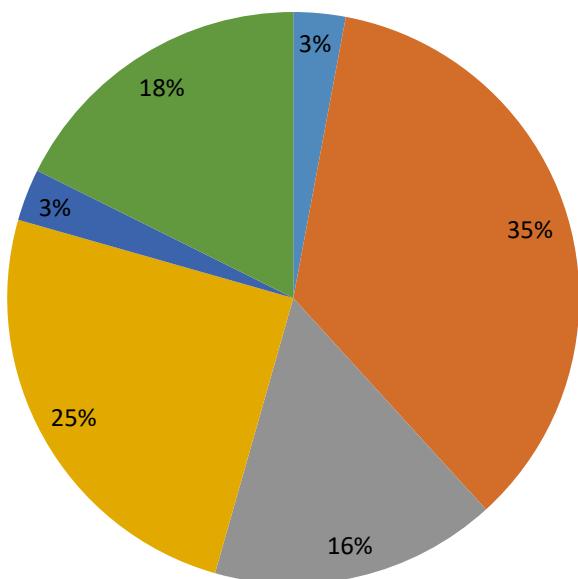


Рисунок 6 – Гигроморфы Ужовского бора и сопредельных территорий

Оценка фитоклимата лесных биотопов бора была выполнена, сравнив соотношения видов флоры по режимам освещенности (гелиоморфы) и термоклимата (термоморфы) – соотношение представлено на рисунке 7.

Подавляющее большинство видов флоры бора относится к адаптированным по отношению к изменяющимся условиям освещения т.е являются сциогелиофитами (ScHe), а так же высокая доля приходится на гелиофиты (He). Сосняки не образуют густых сомкнутых насаждений, что указывает на преобладание светлых лесов с освещенным и полуосвещенным типом экологической структуры древостоя.

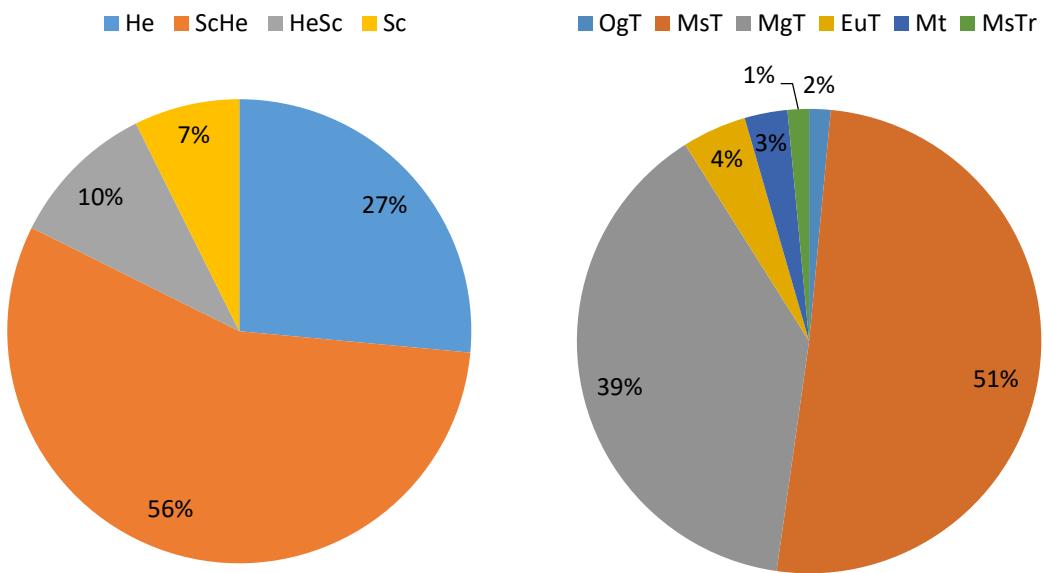


Рисунок 7 – Гелиоморфы и термоморфы Ужовского бора и его окрестностей

Можно проследить прямую зависимость светового режима от поступающего теплового режима. Большинство светолюбивых (He) и световыносливых (ScHe) относятся к теплолюбивым (MsT) и жаростойким (MgT) видам.

Можно увидеть зависимость светового режима от поступающего теплового режима. Большинство светолюбивых (He) и световыносливых (ScHe) относятся к теплолюбивым (MsT) и жаростойким (MgT) видам. Большинство видов флоры Ужовского бора относятся к адаптированным по отношению к изменяющимся условиям освещения, т.е являются сциогелиофитами (ScHe), а так же большая доля приходится на гелиофиты (He).

### 3.3. Фиторазнообразие лесной растительности Ужовского бора и его окрестностей

Для изучения фиторазнообразия в Ужовском бору и его окрестностей было заложено 69 геоботанических площадок. При оценке степени биоразнообразия принимались во внимание факторы видового богатства и выравненности обилий видов.

Богатство флоры определяется разнообразием природных условий в пределах территории. Чем разнообразнее условия среды, тем больше возможностей для существования различных растений, тем богаче флора.

Оценка относительного обилия проводилась глазомерно, с использованием шкалы Друде. Поскольку данное сообщество гомогенное, были использованы статистические показатели индексов биоразнообразия, которые показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Статистические показатели индексов биоразнообразия Ужовского бора и его окрестностей

| Индекс биоразнообразия | Шеннона | Пиелу | Симпсона |
|------------------------|---------|-------|----------|
| Среднее                | 2,39    | 0,96  | 0,10     |
| Стандартная ошибка     | 0,01    | 0,00  | 0,00     |
| Медиана                | 2,39    | 0,96  | 0,10     |
| Мода                   | 2,39    | 0,96  | 0,10     |
| Стандартное отклонение | 0,12    | 0,01  | 0,01     |
| Дисперсия выборки      | 0,02    | 0,00  | 0,00     |
| Эксцесс                | 0,12    | 0,03  | 0,22     |
| Асимметричность        | 0,03    | 0,32  | 0,31     |
| Интервал               | 0,57    | 0,07  | 0,06     |
| Минимум                | 2,08    | 0,93  | 0,08     |
| Максимум               | 2,65    | 0,99  | 0,14     |

На исследуемой территории наблюдается относительно высокий показатель индекса Шеннона (среднее значение 2,39) и низкие значения индекса Симпсона (среднее значение 0,10), что говорит о высоком уровне биоразнообразия. Небольшой интервал между минимумом и максимумом указывает на наличие биотопов с большим количеством видов. В отношении сосновых боров это состояние обеспечивает стабильность экосистемы, поскольку устойчивость в стрессовых ситуациях поддерживается дублированием видов. Среднее значение индекса Пиелу близок к 1 – высокий уровень доминирования.

Показатели положительного эксцесса показывают неравномерность распределения флоры в исследуемом лесном сообществе, где биоразнообразие распределяется в соответствии с изменениями градиента среды обитания. Флора отличается высоким биологическим разнообразием и неравномерным распределением количества видов на территории биотопа.

На всей территории, где проводились исследования, присутствует несколько типов леса, характеризующиеся как сосняк разнотравный (СРТР), березняк разнотравный (БРТР) и сосняк мшистоягодниковый (СМШЯГ). Были соотнесены типы леса по ТЛУ, номер геоботанической площадки и индексы биоразнообразия. Результаты продемонстрированы в таблице 4.

Таблица 4 – Статистические показатели индексов биоразнообразия по типам лесорастительных условий

| Тип Леса | Показатель             | Шеннона  | Пиелу    | Симпсона |
|----------|------------------------|----------|----------|----------|
| 1        | 2                      | 3        | 4        | 5        |
| БРТР     | Среднее                | 2,419956 | 0,959393 | 0,099941 |
|          | Стандартная ошибка     | 0,0194   | 0,002352 | 0,002116 |
|          | Медиана                | 2,395274 | 0,958888 | 0,101555 |
|          | Мода                   | 2,395274 | 0,963929 | 0,100592 |
|          | Стандартное отклонение | 0,122698 | 0,014875 | 0,013382 |
|          | Дисперсия выборки      | 0,015055 | 0,000221 | 0,000179 |
|          | Эксцесс                | -0,7506  | 0,023624 | -0,43779 |
|          | Асимметричность        | 0,222457 | 0,208182 | 0,092774 |
|          | Интервал               | 0,47482  | 0,067208 | 0,053077 |
|          | Минимум                | 2,177484 | 0,92616  | 0,076923 |
|          | Максимум               | 2,652304 | 0,993368 | 0,13     |
|          | Сумма                  | 96,79823 | 38,3757  | 3,997624 |
|          | Счет                   | 40       | 40       | 40       |

Окончание таблицы 4

| 1     | 2                      | 3        | 4        | 5        |
|-------|------------------------|----------|----------|----------|
| СШМЯГ | Среднее                | 2,344159 | 0,944355 | 0,110065 |
|       | Стандартная ошибка     | 0,103094 | 0,009758 | 0,012408 |
|       | Медиана                | 2,344159 | 0,944355 | 0,110065 |
|       | Стандартное отклонение | 0,145796 | 0,0138   | 0,017548 |
|       | Дисперсия выборки      | 0,021257 | 0,00019  | 0,000308 |
|       | Интервал               | 0,206187 | 0,019517 | 0,024817 |
|       | Минимум                | 2,241065 | 0,934597 | 0,097656 |
|       | Максимум               | 2,447253 | 0,954113 | 0,122473 |
|       | Сумма                  | 4,688318 | 1,88871  | 0,220129 |
|       | Счет                   | 2        | 2        | 2        |
| СРТР  | Среднее                | 2,350852 | 0,957313 | 0,107455 |
|       | Стандартная ошибка     | 0,021787 | 0,002284 | 0,002439 |
|       | Медиана                | 2,366266 | 0,95624  | 0,103765 |
|       | Мода                   | —        | —        | 0,098692 |
|       | Стандартное отклонение | 0,113207 | 0,011866 | 0,012674 |
|       | Дисперсия выборки      | 0,012816 | 0,000141 | 0,000161 |
|       | Эксцесс                | 0,176399 | -0,13728 | 0,848781 |
|       | Асимметричность        | -0,54056 | 0,474377 | 0,986534 |
|       | Интервал               | 0,492738 | 0,048115 | 0,054541 |
|       | Минимум                | 2,080116 | 0,936744 | 0,087236 |
|       | Максимум               | 2,572854 | 0,984859 | 0,141777 |
|       | Сумма                  | 63,47301 | 25,84744 | 2,901287 |
|       | Счет                   | 27       | 27       | 27       |

Также были определены статистические показатели видов по пробным площадкам, которые представлены в таблице 5. Среднее значение по индексу Шеннона имеет небольшую разницу между типами леса, это означает, что разнообразие видов практически идентично, то есть высокий уровень биоразнообразия. По среднему значению индекса Пиелу

видно, что относительное распределение видов касательно типов леса в сообществе не различается. Разнообразие видов в сообществе имеет небольшую разницу, в сосновке мшистостоянодниковом индекс Симпсона наибольший. Дисперсия выборки, то есть мера, которая показывает разброс между результатами, высокая. Все результаты сильно различаются от среднего значения. Эксцесс в отрицательный, это обозначает не сглаженное распределение видов. Асимметрия отклоняется от 0 в положительную сторону – распределение видов является несимметричным.

Таблица 5 – Статистические показатели видов по пробным площадкам

| Показатель             | Значение |
|------------------------|----------|
| 1                      | 2        |
| Среднее                | 12,23    |
| Стандартная ошибка     | 0,18     |
| Медиана                | 12,00    |
| Мода                   | 12,00    |
| Стандартное отклонение | 1,52     |
| Дисперсия выборки      | 2,30     |
| Эксцесс                | -0,30    |
| Асимметричность        | 0,25     |
| Интервал               | 7,00     |
| Минимум                | 9,00     |
| Максимум               | 16,00    |

Среднее количество видов на площадке – 12. Всего на всех площадках суммарно было найдено 844 вида. Дисперсия выборки высокая, так как все результаты отклоняются от среднего значения. Стандартное отклонение небольшое (1,52), низкое стандартное отклонение указывает на то, что значения имеют тенденцию быть близкими к среднему. Эксцесс – отрицательный, то есть не сглаженное распределение видов. Асимметрия

немного отклоняется от 0 в положительную сторону – распределение видов является несимметричным.

### 3.4 Эколого-ценотическая структура растительности памятника природы Ужовский бор и его окрестностей

Всего в описаниях было определено 69 видов сосудистых растений из 28 семейств (из которых 27 – покрытосеменных растений), 12 видов относятся к древесно-кустарниковым растениям, остальные – травянистые покрытосеменные. Была обнаружена неоттианта клубочковая (*Neottianthe cincinnata* (L.) Schlechter) семейства Орхидные (Orchidaceae) – редкий вид (EN – вид, находящийся в опасном состоянии), статус. III категория, занесенный в Красную книгу Челябинской области [13].

Фиторазнообразие исследованных сообществ по описаниям достаточно высокое. Лесные ценозы характеризуются достаточно высоким видовым разнообразием – в среднем для описаний характерны двенадцативидовые сообщества с колебанием от девятивидовых до шестнадцати видовых с относительно высоким обилием особей. Индекс Шеннона варьирует в пределах 2,08–2,65 при высокой выравненности (индекс Пилу колеблется около 0,96), индекс Симпсона – в пределах 0,08–0,14. Сопоставление индексов фиторазнообразия указывает на возможность использования доминантного подхода при классификации растительных сообществ (низкий индекс Симпсона), при этом в сообществах будет отмечаться большое количество содоминантных видов с близкими показателями относительного обилия и численности.

Первичная группировка геоботанических описаний, выполненная с использованием кластерного анализа, показала высокое ценотическое разнообразие – определено 27 фитоценозов. В дальнейшем при анализе ценозов выделялись растительные ассоциации, которые, как и предполагалось выше по содоминантам, определяются наличием или отсутствием и соотношениями относительного обилия и численности 12

видов сосудистых растений, из которых 2 древесных, 2 кустарниковых и 8 видов травостоя либо их отсутствием и наличием антропогенно-трансформированного травостоя из лесных и луговыхrudерантов.

На основании анализа выделенных фитоценозов определены следующие ассоциации:

1. Березово-сосняк малиново-степовицнево-вейниково-земляничный (*Pinus sylvestris* L. + *Betula pendula* Roth. – *Cerasus fruticosa* (Pall.) Woron. + *Rubus idaeus* L. – *Fragaria vesca* L. + *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth.).
2. Березово-сосняк крапивно-земляничный (*Pinus sylvestris* + *Betula pendula* – *Fragaria vesca* + *Urtica dioica* L.).
3. Березово-сосняк развесистоборовый (*Pinus sylvestris* + *Betula pendula* – *Milium effusum* L.).
4. Березово-сосняк малиново-земляничный (*Pinus sylvestris* + *Betula pendula* – *Rubus idaeus* – *Fragaria vesca*).
5. Сосняк малиново-земляничный (*Pinus sylvestris* – *Rubus idaeus* – *Fragaria vesca*).
6. Березово-сосняк развесистоборово-земляничный (*Pinus sylvestris* + *Betula pendula* – *Fragaria vesca* + *Milium effusum*).
7. Березово-сосняк земляничный (*Pinus sylvestris* + *Betula pendula* – *Fragaria vesca*).
8. Сосняк крапивно-земляничный (*Pinus sylvestris* – *Fragaria vesca* + *Urtica dioica*).
9. Сосняк земляничный (*Pinus sylvestris* – *Fragaria vesca*).
10. Березово-сосняк рудерально-разнотравный.
11. Березово-сосняк малиново-мятликовый (*Pinus sylvestris* + *Betula pendula* – *Rubus idaeus* – *Poa pratensis* L.).

12. Березово-сосняк мятликовый (*Pinus sylvestris* + *Betula pendula* – *Poa pratensis*).
13. Березово-сосняк волосистоосоково-пыряйный (*Pinus sylvestris* + *Betula pendula* – *Elytrigia repens* (L.) Nevski + *Carex pilosa* Scop.).
14. Сосняк мятликово-развесистоборовый (*Pinus sylvestris* – *Milium effusum* + *Poa pratensis*).
15. Сосняк волосистоосоковый (*Pinus sylvestris* – *Carex pilosa* Scop.).
16. Сосняк рудерально-разнотравный.
17. Сосняк крапивный (*Pinus sylvestris* – *Urtica dioica*).
18. Березово-сосняк степовищнево-рудерально-разнотравный.
19. Березняк развесистоборовый (*Betula pendula* – *Milium effusum*).
20. Березняк степовищнево-рудерально-разнотравный.
21. Березняк рудерально-разнотравный.
22. Березняк разнотравный.
23. Березняк рудерально-развесистоборовый.
24. Березняк мятликово-крапивный (*Betula pendula* – *Urtica dioica* + *Poa pratensis*).

25. Березняк крапивно-развесистоборовый (*Betula pendula* – *Milium effusum* + *Urtica dioica*).
26. Березняк будровый (*Betula pendula* – *Glechoma hederacea* L.).
27. Березняк будрово-мятликово-крапивный (*Betula pendula* – *Urtica dioica* + *Poa pratensis* + *Glechoma hederacea*).

Большая часть выделенных ассоциаций в описаниях представлены в той или иной степени антропогенно трансформированными с упрощенной вертикальной структурой и мозаичностью.

Ординация выделенных ассоциаций методом неметрического многомерного шкалирование выявило только одну статистически значимую ось, что подтверждает наши предположения об упрощенности ценотической структуры обследованных лесных сообществ. Сопоставление показателей оси неметрического многомерного

шкалирования с рассчитанными балльными показателями ведущих экологических факторов с использованием коэффициента Тау-Кэндалла выявило статистически значимую положительную корреляцию с режимом термоклиматика ( $tm$ ) и статистически значимую отрицательную корреляцию континентальности ( $kn$ ). Это указывает, во-первых, на то, что формирование ценотической структуры подлеска и живого напочвенного покрова определяется микроклиматическими эффектами лесного соснового, березового и смешанного из этих пород лесного полога, выражающимися в увеличении (уменьшении) фотосинтетически активной радиации (ФАР) под пологом с ростом (уменьшением) температур и одновременно сопряженном уменьшении (увеличении) под пологом леса амплитуд температур.

Дискриминантный анализ показал, что выделенные растительные ассоциации характеризуются высокой эколого-ценотической и биотопической специфичностью – в ходе дискриминантного анализа сопоставление ассоциаций с координатами в пространстве оси неметрического шкалирования и балльными оценками показала почти 98,6 % правильность классификации. Исключение составили сосняки волосистоосоковые (15), где часть описаний были биотопически близки к соснякам крапивным (17).

В целом, ведущими факторами дискриминации растительных ассоциаций Ужовского бора и его окрестностей являются (по убыванию) ценотическая структура (ось неметрического многомерного шкалирования), азотный режим почв, режим почвенной аэрации, омборежим (атмосферные осадки), солевой режим почв и режим кальция, переменность почвенного увлажнения.

Фитоиндикационные показатели большинства режимов ведущих абиотических факторов биотопов обследованных лесных ассоциаций варьируют в пределах балла, что соответствует одному типу режима фактора, либо варьированию между соседними типами режимов (таблица 6).

Таблица 6- Характеристика биотопов лесной растительности Ужовского бора и его окрестностей, балл

| Ассоциация | Режим биотопа |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |
|------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
|            | hd            | fh  | rc  | sl  | Ca  | nt  | ae  | tm  | om   | Kn  | Cr  | lc  |
| 1          | 2             | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10   | 11  | 12  | 13  |
| 1          | 11,4          | 6,2 | 7,4 | 6,6 | 6,6 | 5,5 | 6,3 | 8,1 | 13,5 | 9,3 | 7,5 | 7,0 |
| 2          | 11,6          | 6,3 | 7,0 | 6,6 | 6,3 | 5,4 | 6,8 | 8,1 | 13,6 | 9,0 | 8,1 | 7,1 |
| 3          | 11,6          | 6,3 | 7,3 | 6,7 | 6,5 | 5,5 | 6,8 | 8,2 | 13,7 | 8,7 | 7,9 | 6,9 |
| 4          | 11,7          | 6,4 | 7,1 | 6,4 | 6,5 | 5,3 | 6,7 | 8,3 | 13,4 | 8,9 | 7,7 | 7,2 |
| 5          | 11,6          | 6,4 | 7,5 | 6,4 | 6,8 | 5,8 | 7,0 | 8,2 | 13,4 | 9,0 | 7,8 | 7,1 |
| 6          | 11,5          | 6,0 | 7,0 | 6,6 | 6,5 | 5,4 | 6,6 | 8,1 | 13,2 | 8,8 | 7,9 | 6,9 |
| 7          | 11,5          | 6,4 | 7,3 | 6,6 | 6,4 | 5,4 | 6,8 | 8,2 | 13,1 | 9,0 | 7,8 | 7,2 |
| 8          | 11,6          | 6,0 | 7,4 | 6,6 | 7,0 | 6,0 | 7,0 | 7,9 | 13,0 | 8,9 | 7,7 | 6,9 |
| 9          | 11,4          | 6,2 | 7,2 | 6,8 | 6,8 | 5,0 | 6,7 | 8,2 | 13,2 | 9,0 | 7,7 | 7,0 |
| 10         | 11,9          | 6,7 | 7,2 | 7,0 | 6,3 | 5,5 | 6,9 | 8,3 | 12,9 | 8,8 | 7,7 | 6,9 |
| 11         | 11,6          | 6,7 | 7,5 | 7,2 | 6,3 | 5,4 | 6,9 | 8,2 | 13,7 | 8,8 | 7,7 | 7,2 |
| 12         | 11,8          | 6,0 | 6,9 | 6,7 | 6,3 | 5,4 | 7,1 | 8,0 | 13,6 | 8,7 | 7,7 | 7,0 |
| 13         | 11,4          | 6,1 | 6,9 | 6,6 | 6,8 | 5,0 | 6,3 | 7,9 | 13,5 | 8,9 | 7,6 | 6,8 |
| 14         | 11,4          | 6,1 | 7,5 | 6,9 | 6,9 | 5,8 | 6,3 | 8,0 | 13,4 | 9,2 | 7,8 | 6,7 |
| 15         | 11,3          | 6,3 | 7,4 | 7,1 | 6,7 | 5,5 | 6,7 | 8,2 | 13,3 | 9,1 | 8,0 | 6,9 |
| 16         | 11,5          | 6,5 | 7,4 | 7,1 | 6,5 | 6,1 | 6,9 | 7,9 | 13,2 | 8,6 | 8,1 | 7,1 |
| 17         | 11,6          | 6,4 | 7,5 | 7,4 | 6,4 | 5,9 | 7,3 | 8,2 | 13,1 | 8,9 | 8,1 | 6,8 |
| 18         | 11,8          | 6,4 | 7,6 | 7,2 | 6,6 | 5,6 | 7,0 | 8,4 | 13,0 | 9,0 | 7,9 | 7,2 |
| 19         | 11,6          | 6,3 | 7,7 | 7,2 | 6,9 | 6,3 | 6,9 | 8,5 | 13,1 | 8,7 | 7,9 | 7,0 |
| 20         | 11,5          | 5,9 | 7,1 | 6,8 | 6,6 | 5,8 | 6,7 | 8,5 | 12,9 | 8,7 | 8,0 | 7,0 |
| 21         | 11,4          | 6,5 | 7,3 | 7,7 | 6,1 | 6,1 | 6,8 | 8,7 | 12,2 | 8,9 | 8,1 | 7,2 |
| 22         | 11,6          | 6,5 | 7,0 | 6,7 | 6,7 | 5,7 | 6,8 | 8,6 | 12,6 | 8,6 | 8,1 | 7,0 |

*Окончание таблицы 6*

| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> | <i>13</i> |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 23       | 11,4     | 6,5      | 7,6      | 7,2      | 6,6      | 5,8      | 6,5      | 8,7      | 12,9      | 8,8       | 8,5       | 7,2       |
| 24       | 11,5     | 6,3      | 7,3      | 7,0      | 5,9      | 6,0      | 6,9      | 8,4      | 13,4      | 8,8       | 7,9       | 7,0       |
| 25       | 11,8     | 5,5      | 7,4      | 6,7      | 6,2      | 6,4      | 7,0      | 8,5      | 13,1      | 8,8       | 8,0       | 6,7       |
| 26       | 11,5     | 6,2      | 7,5      | 6,8      | 7,0      | 5,5      | 6,7      | 8,5      | 13,5      | 8,7       | 7,5       | 7,2       |
| 27       | 11,9     | 6,2      | 7,4      | 7,0      | 6,8      | 5,8      | 7,0      | 8,2      | 13,7      | 8,7       | 7,1       | 6,9       |

Для биотопов лесной растительности Ужовского бора и окрестностей характерны следующие режимы ведущих экологических факторов:

- почвенное увлажнение в пределах сухолесного типа с преимущественно весенним промачиванием и дефицитом влаги во второй половине лета, наименьший режим (ближе к ксерофитному) характерен для сосняков волосистоосоковых, а наибольший березняков будрово-мятликово-крапивных и березово-сосняков рудерально-разнотравных;
- переменность почвенного увлажнения колеблется от слабо переменного увлажнения корнеобитаемого слоя при полном его промачивании талыми водами и осадками (березняки крапивно-развесистоборовые) до умеренно переменного корнеобитаемого слоя при частичном его промачивании талыми водами и осадками (березово-сосняки малиново-мятликовые и рудерально-разнотравные);
- кислотность почв в пределах слабокислого режима, разница в балльных показателях режима между ассоциациями незначительная;
- солевой режим колеблется в пределах режима достаточно богатых солями эдафотопов с минимальными показателями (обогащенные солями почвы – аналог солевого режима выщелоченных черноземов) и его переходных типов, при этом сосняки и березово-сосняки малиново-земляничные характеризуются режимами, переходными от небогатых

солями почв, а березняки рудерально-разнотравные – режимами, переходными к более богатыми солями почвам, аналогам лесных черноземов;

– режим кальция варьирует в пределах двух типов режима – биотопы характеризуются как переходные от бескарбонатных к нейтральным и нейтральные с незначительным содержанием карбонатов (аналоги серых лесных почв), режим фактора, режимы с наименьшим содержанием карбонатов характерны для березняков мятликово-крапивных, а с наибольшим – для сосняков крапивно-земляничных и березняков будровых;

– по режиму почвенного азота отмечается варьирование в пределах двух типов режима от режимов, переходных от бедных минеральным азотом (0,2–0,3 %) почв (минимум характерен для березово-сосняков волосистоосоково-пыряйных) до достаточно богатых азотом аналогов выщелоченных черноземов (максимум – березняки крапивно-развесистоборовые);

– по режиму аэрации почв отмечается варьирование в пределах двух типов режима – от переходных от значительно аэрированных с облегченным гранулометрическим составом почв и недостаточным промачиванием корнеобитаемого слоя (березово-сосняки малиново-степовищнево-вейниково-земляничные и волосистоосоково-пыряйные) до умеренно аэрированных с промачиванием корнеобитаемого слоя почвы (сосняки крапивные);

– режимы климатопов практически не варьирующие, находящиеся в пределах одного типа режима – терморежим переходный от субмикротермного к субмезотермному типу (переходный от лесостепного к степному), контрастопы (континентальность) резко континентального типа;

– омброрежим (атмосферные осадки) варьирует в пределах трех типов режимов от субгумидного (незначительное преобладание испаряемости над осадками в вегетационный период) к мезогумидному, наименьшие показатели характерны для березняков рудерально-

разнотравных, а наибольшие – березово-сосняки развесистоборовые и малиново-мятликовые и березняки будрово-мятликово-крапивные;

– криорежим (суровость зим) варьирует в пределах трех типов – от умеренных (зимние температуры от  $-14^{\circ}\text{C}$  до  $-10^{\circ}\text{C}$ ) до мягких зим ( $-6^{\circ}\text{C}$  –  $-2^{\circ}\text{C}$ ) с переходным режимом между ними, умеренный характерен для березняков будрово-мятликово-крапивных, а мягких – березняков рудерально-развесистоборовых;

– режим освещенности – полутеневого-полуосвещенного типа.

В связи с тем, что в анализе определялась только одна статистически значимая ценотическая ось (неметрического многомерного шкалирования), то ординация описаний выполнялась по матрице квадрата расстояния Махalanобиса методом максимального корреляционного пути (рис. 10) и в эколого-ценотическом пространстве первых двух дискриминантных функций.

Выделенные ассоциации в пространстве расстояния Махalanобиса образуют несколько биотических «центров» (оконтурыны на схеме – см. рисунок 10), формирующих сложную сеть рядов биотического замещения. Центральное положение в рядах занимают биотически очень близкие березово-сосняки малиново-земляничные (4) и земляничные (7), тесно связанные с этим «центром» березово-сосняки развесистоборово-земляничные (6) и развесистоборовые (3). Судя по всему, эти сообщества формируют «ядро» типичных биотопов и ассоциаций лесной растительности. От этого «ядра» идут короткие ряды березово-сосняков крапивно-земляничных (2), малиново-мятликовых (11) и мятликовых (12), связанные с вариантами трофотопов и гигротопов. Указанные биотопы и ассоциации растительности, вероятно и формируют основные современные ценозы смешанных лесов Ужовского бора и прилегающих лесных массивов.

С этой группировкой ассоциаций и их биотопов тесно связана группа березо-сосняков степовищнево-рудерально-разнотравных (18) и

рудерально-разнотравных (10), являющихся, судя по всему, одной из стадий антропогенной трансформации «ядра» лесной растительности бора.

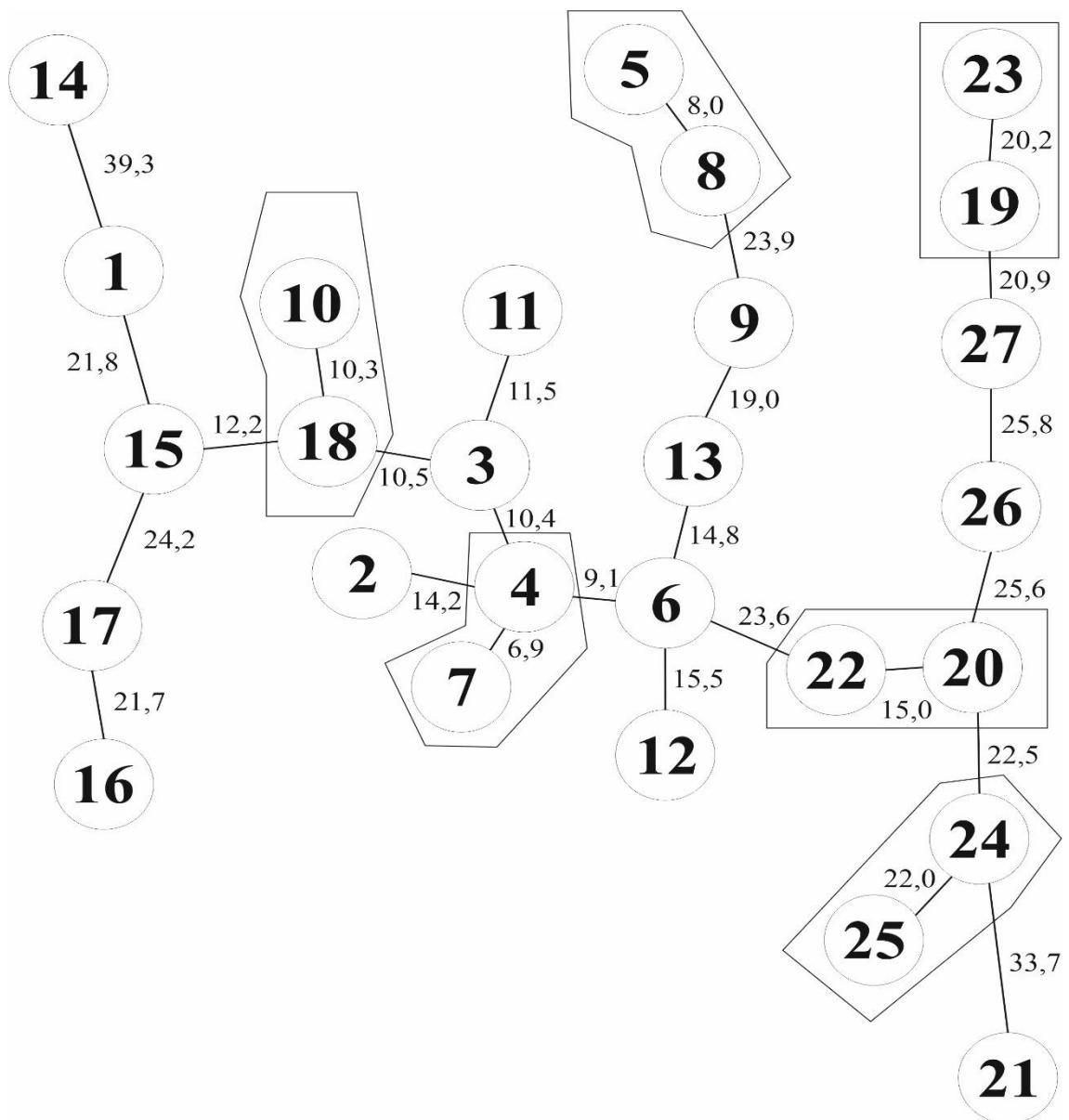


Рисунок 10 – Ординация ассоциаций лесной растительности Ужовского бора и его окрестностей методом максимального корреляционного пути по квадрату расстояния Махаланобиса (указан цифрами).

От описанной выше группировки идет несколько рядов биотопического замещения.

Во-первых, ряд сосняков волосистоосоковых (15) – крапивных (17) – рудерально-разнотравных (16), являющийся, судя по всему, рядом антропогенной сукцессии южноуральских сосновых боров, а также березово-сосняков малиново-степовицнево-вейниково-земляничных (1),

формирующих сообщества экотонов на окраинах лесных массивов. Отдельно с этим рядом связаны ассоциации сосняков мятликово-развесистоборовых (14). Данные ассоциации и биотопы, возможно, являются остатками сохранившихся ассоциаций типичных южно-уральских злаковых ленточных боров.

Во-вторых, еще один сукцессионный ряд, идущий через березово-сосняки волосистоосоково-пыряйные (13) к еще одной группе сосняков земляничных (9) и крапивно- (8) и малиново-земляничных (5), образующих еще один биотический «центр». Эти ассоциации и биотопы, возможно, являются остатками сохранившихся ассоциаций типичных южно-уральских незлаковых ленточных боров.

Наконец, сукцессионные ряды березовых лесов, формирующих три биотических «центра»: 1) мятликово-крапивный (24) и крапивно-развесистоборовый (25), 2) развесистоборовые (19 и 23) с прилегающими будровыми, которые через 3) березняки разнотравные (20 и 22) связаны с группировкой смешанных лесов.

В эколого-ценотическом пространстве первых двух дискриминантных функций (рисунок 11) наблюдается сходная картина, но с учетом ценотических характеристик определяются четыре сукцессионных ряда.

Сукцессионные ряды, выделенные с помощью учета ценотических характеристики:

1. Антропогенной трансформации от сосновых ценозов мятликово-развесистоборовых (14) в рудерально-разнотравные (16) и их демутационный ряд (рисунок 11: слева) через крапивные (17) к земляничным (5, 8 и 9).

2. Сукцессионный ряд трансформации вторичных березовых ценозов от будровых (20) через разнотравные (20 и 22) к березово-сосновым мятликовым ценозам (12) смешанных лесов (рис. 11: внизу).

3. Сукцессионный ряд березовых ценозов (рисунок 11: справа вверху) развесистоборовых (19 и 23) и с участием крапивных (27 и 24) с

переходным между ними мятликово-крапивных (24), а также их вариант антропогенной трансформации в березняки рудерально-разнотравные (21).

4. Сукцессионный ряд смешанных березово-сосновых ценозов земляничных и злаковых, включая вариант антропогенной трансформации (рис. 11: в центре).

Указанные четыре ценотических сукцессионных ряда сопоставляются с выделенными биотопическими центрами и рядами замещения (рисунок 11).

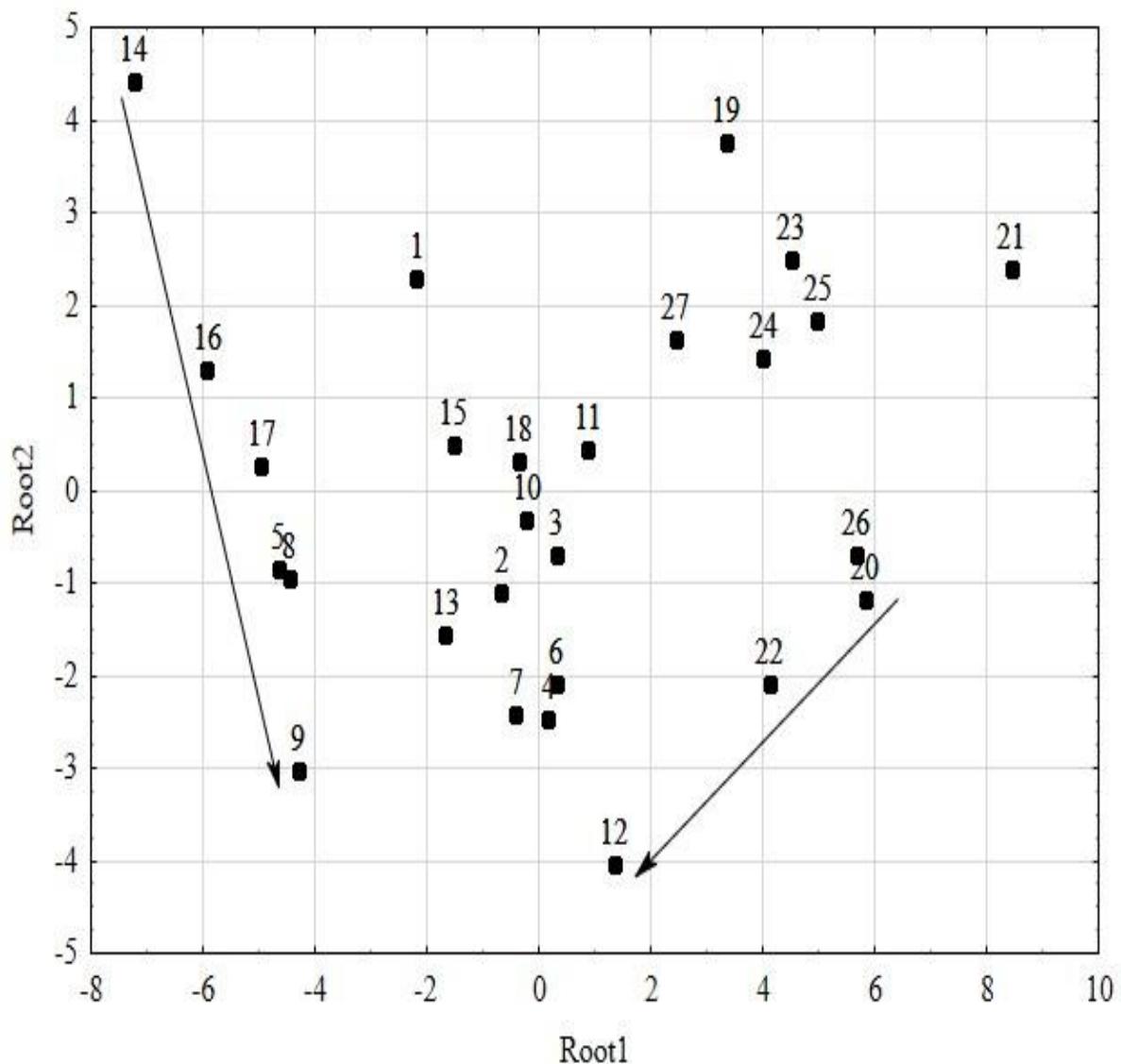


Рисунок 11 – Ординация ассоциаций лесной растительности Ужовского бора и его окрестностей в первых осях дискриминантных функций (Root1, Root2).

## **Выводы по третьей главе**

Разнообразие сосновых лесов, к которым относится исследуемая территория, тесно связано с экологическими условиями. Экоморфический анализ позволяет выявить важные закономерные адаптационные условия к лесорастительным условиям бора.

В результате нашего исследования было выделено 27 растительных ассоциаций, для которых по пространственной ординации были выделены ведущие факторы, которые определяют специфику формирования биотопов бора.

На исследуемой территории наблюдается высокий уровень биоразнообразия, неравномерность распределения флоры в исследуемом лесном сообществе, где биоразнообразие распределяется в соответствии с изменениями градиента среды обитания.

На всей территории только вторая ступень переменного увлажнения - средне-обеспеченнное водное питание, присутствуют два типа кислотности почв – нейтральные и щелочные почвы. Содержат соли угольной кислоты, а также, главным образом, кальций и магний. Кроме этого встречаются минералы: кальцит, доломит, люблинит, анкерит, арагонит. pH-показатель, равный или больший 7, усложняет усвоение растениями железа и марганца.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведено геоботаническое обследование ботанического памятника природы Ужовский бор (Сосновский район Челябинской области) и сопредельных лесных массивов. В результате исследований определено 69 видов сосудистых растений, в том числе и неоттианта клобучковая (*Neottianthe ciscullata* (L.) Schlechter), занесенная в Красную книгу Челябинской области.

Разнообразие сосновых лесов, к которым относится исследуемая территория, тесно связано с экологическими условиями. Экоморфический анализ позволяет выявить важные закономерные адаптационные условия к лесорастительным условиям бора.

Методами многомерной статистики и с использованием доминантного подхода выделено 27 лесных растительных ассоциаций березовых, сосновых и смешанных березово-сосновых лесов. Выделенные ассоциации характеризуются биотопами и растительными ценозами, специфичными по ценотической структуре и режимам климатических и эдафических экологических факторов. Определены ассоциации, индикаторные для максимальных и минимальных для территории заказника и его окрестностей режимов ведущих экологических факторов.

Методами фитоиндикации для лесных ассоциаций Ужовского бора и его окрестностей определены ведущие режимы эдафических и климатических факторов. В формировании ценотической структуры исследованных сообществ ведущую роль играют в первую очередь ценотические факторы и режимы лесных климатопов, определяющие фотосинтетически активную радиацию и распределение температурного режима и осадков под пологом леса, а также режим почвенной аэрации и переменности почвенного увлажнения и азотный и солевой режимы трофотопов.

Для обследованных ассоциаций лесной растительности Ужовского бора и его окрестностей установлены ряды биотопического замещения лесных участков и сукцессионные ряды березовых, сосновых и смешанных березово-сосновых ценозов, в том числе и антропогенной трансформации и демутации (восстановления) лесных сообществ.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андреева Е. Н. Методы изучения лесных сообществ : монография / Е. Н. Андреева, И. Ю. Баккал, В. В. Горшков. – Санкт-Петербург : НИИ Химии СПбГУ, 2002. – 240 с.
2. Бродский А. К. Введение в проблемы биоразнообразия : иллюстрированный справочник / А. К. Бродский. – Санкт-Петербург : Издательство Санкт-Петербургского университета, 2002. – 144 с.
3. Бурда Р. И. Антропогенная трансформация флоры : учебное пособие / Р. И. Бурда. – Киев : Наукова думка, 1991. – 168 с.
4. Викторов С. В. Индикационная геоботаника : учебное пособие / С. В. Викторов, Г. Л. Ремезова. – Москва: Издательство Московского университета, 1988. – 168 с.
5. Емельянов И. Г. Роль разнообразия в функционировании биологических систем / И. Г. Емельянов. – Киев : Институт зоологии им. И. И. Шмальгаузена, 1992. – 63 с.
6. Жмылёв П. Ю. Биоразнообразие флористического состава фитоценозов. Подходы и методы: учебное пособие / П. Ю. Жмылёв, Н. Г. Уланова, О. В. Чередниченко. – Москва: МАКС ПРЕСС, 2021. – 112 с.
7. Заугольнова Л. Б. Иерархический подход к анализу лесной растительности малого речного бассейна (на примере Приокско-террасного заповедника) / Л. Б. Заугольнова // Ботанический журнал. – 1999. – №8. – С. 42–56.
8. Инвестиционный портал Челябинской области : [сайт]. – URL: <https://investregion174.ru> (дата обращения 21.04.2025).
9. Коваленко Е. И. Правовой статус и режим охраны и использования особо охраняемых природных территорий: постановка проблемы / Е. И. Коваленко // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Право. – 2021. – №3. – С. 93–100.

10. Куликов П. В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения) : справочник / П. В. Куликов. – Екатеринбург–Миасс: Геотур, 2005. – 537 с.
11. Куликова Г. Г. Летняя учебно-производственная практика.: учебное пособие. В 2 ч. Ч. 2 / Г. Г. Куликова. – Москва : Изд. Каф. Высших растений биол. ф-та Московского университета, 2006. – 152 с.
12. Леонтьев Д. В. Флористический анализ в микологии : учебник для студентов высших учебных заведений / Д. В. Леонтьев. – Харьков : ПП «Ранок-НТ», 2008. – 110 с.
13. Меркер В. В. Неоттианта клобучковая *Neottianthe cucullata* (L.) Schlechter / В. В. Меркер, Л. В. Снитько // Красная книга Челябинской области. Животные. Растения. Грибы. – Москва : Реарт, 2017. – С. 271.
14. Моисеев А. П. Островные боры – памятники природы / А. П. Моисеев, М. Е. Николаева // Памятники природы Челябинской области. – Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 1987. – С. 117–120.
15. «О лесном плане Челябинской области»: Постановление Губернатора Челябинской области от 26.12.2008 №410 (ред. от 27.01.2015) // Консультант-плюс : [сайт]. – URL: <http://www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW169&n=46673&dst=109017#08509049469956769> (дата обращения 25.05.2024).
16. Особо охраняемые природные территории России : [сайт]. – URL: <http://oopt.aari.ru> (дата обращения 12.04.2024).
17. Протасов А. А. Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсикология / А. А. Протасов. – Киев : Институт гидробиол. НАН Украины, 2002. – 105 с.
18. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений : учеб. пособие для гос. ун-тов, пед. и лесотехн. вузов / И. Г. Серебряков. – Москва : Высшая школа, 1962. – 379 с.

19. Терентьев П. В. Метод корреляционных плеяд // Вестник Ленинградского государственного университета. 1959. – № 9. – С. 137–141.
20. Тихомиров В. Н. Методы анализа биологического разнообразия: пособие для студентов биол. фак. / В. Н. Тихомиров. – Минск : БГУ, 2009. – 87 с.
21. Ханина Л. Г. Новый метод анализа лесной растительности с использованием многомерной статистики (на примере заповедника «Калужские засеки») / Л. Г. Ханина, В. Э. Смирнов, М. В. Бобровский // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2002. – №4. – С. 70–87.
22. Цыганов Д. Н. Системы экоморф и индикация основных экологических режимов местообитания / Д. Н. Цыганов, Л. Г. Раменский // Экология. – 1975. – №6. – С. 15–22.
23. Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д. Н. Цыганов. – Москва : Наука, 1983. – 196 с.
24. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике : учеб. пособие / В. М. Шмидт. – Ленинград : Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
25. Didukh Ya. P. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication / Ya. P Didukh. – Kiev : Phytosociocentre, 2011. – 176 p.
26. Legendre L. Numerical ecology / L. Legendre, P. Legendre. – Amsterdam : Elsevier Science B.V. – 1998. – 853 p.
27. McCune B. Analysis of ecological communities / B. McCune, J. B. Grace. – Glen Eden Beach : MjM SoftWare Design, 2002. – 300 p.
28. Persson S. Ecological indicator values as an aid in the interpretation of ordination diagrams / S. Persson // Journal of Ecology. – 1981. – Vol. 69, № 1. – P. 71–84.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Паспортизация Ужовского бора и его сопредельных территорий

Таблица 1.1 – Паспортизация Ужовского бора и его сопредельных территорий

| Название  | Клима | Трофо | Гигро | Термо | Гелио | Цено  | Семейство     |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| 1   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8             |
| <b>Древесный ярус</b>                           |       |       |       |       |       |       |               |
| <i>Pinus sylvestris</i>                         | Ph    | OgTr  | MsT   | OgT   | He    | Sil   | Pinaceae      |
| <i>Betula pendula</i>                           | Ph    | OgTr  | Ms    | MsT   | He    | Sil   | Betulaceae    |
| <i>Pópulus trémula</i>                          | Ph    | MsTr  | HgMs  | MsT   | ScHe  | Sil   | Salicaceae    |
| <i>Acer negundo</i>                             | Ph    | MsTr  | KsMs  | MsT   | He    | RuSil | Aceraceae     |
| <b>Подлесок</b>                                 |       |       |       |       |       |       |               |
| <i>Frangula alnus</i>                           | Ph    | MsTr  | Ms    | MgT   | ScHe  | Sil   | Rhamnaceae    |
| <i>Prúnus fruticósa</i>                         | Ph    | MsTr  | Ms    | MgT   | ScHe  | Sil   | Rosaceae      |
| <i>Dáphne mezéreum</i>                          | Ch    | MsTr  | Ms    | MsT   | HeSc  | Sil   | Thymelaeaceae |
| <i>Malus sylvestris</i>                         | Ph    | MsTr  | Ms    | MgT   | HeSc  | Sil   | Rosaceae      |
| <i>Rúbus idáeus</i>                             | Ph    | MsTr  | Ms    | MgT   | ScHe  | Sil   | Rosaceae      |
| <i>Sorbus aucuparia</i>                         | Ph    | MsTr  | KsMs  | MgT   | ScHe  | Sil   | Rosaceae      |
| <i>Juniperus communis</i>                       | nPh   | OgTr  | Ms    | MsT   | ScHe  | Sil   | Cupressaceae  |
| <i>Cotoneaster melanocarpus Fisch. ex Blytt</i> | Ph    | MsTr  | Ks    | MsT   | He    | StPtr | Rosaceae      |
| <b>Травяной ярус</b>                            |       |       |       |       |       |       |               |
| <i>Achillea millefolium</i>                     | HKr   | MgTr  | KsMs  | MsT   | He    | StPr  | Asteraceae    |
| <i>Adonis vernalis L.</i>                       | HKr   | MgTr  | MsKs  | MsT   | He    | St    | Apiaceae      |
| <i>Aegopodium podagraria L</i>                  | G     | MgTr  | Ms    | MsT   | HeSc  | RuSil | Apiaceae      |
| <i>Anemone sylvestris L.</i>                    | HKr   | MgTr  | KsMs  | MgT   | ScHe  | StSil | Apiaceae      |
| <i>Angelica sylvestris L.</i>                   | HKr   | MsTr  | HgMs  | MsT   | ScHe  | PrSil | Apiaceae      |
| <i>Antennária dióica</i>                        | HKr   | MsTr  | KsMs  | MsT   | He    | Ru    | Apiaceae      |
| <i>Arctium láppa</i>                            | HKr   | MgTr  | MsKs  | MsT   | ScHe  | Ru    | Asteraceae    |
| <i>Ārctium tomentōsum</i>                       | HKr   | MgTr  | KsMs  | MsT   | He    | Ru    | Asteraceae    |

Продолжение таблицы 1.1

| 1                                | 2     | 3       | 4    | 5   | 6    | 7      | 8                |
|----------------------------------|-------|---------|------|-----|------|--------|------------------|
| <i>Artemisia absinthium</i> L.   | HKr   | MsTr    | KsMs | MsT | He   | Ru     | Asteraceae       |
| <i>Bidens tripartita</i>         | T     | MsTr    | HgMs | EuT | ScHe | PalPr  | Asteraceae       |
| <i>Bromopsis inermis</i>         | G     | Og-MgTr | KsMs | MgT | He   | PrSt   | Asteraceae       |
| <i>Calamagrostis arundinacea</i> | G     | Og-MsTr | Ms   | MgT | ScHe | PrPs   | Asteraceae       |
| <i>Calamagrostis epigejos</i>    | G     | Og-MsTr | Ms   | MgT | ScHe | PrPs   | Asteraceae       |
| <i>Campanula cervicaria</i> L.   | HKr   | MsTr    | KsMs | MsT | ScHe | PrSil  | Asteraceae       |
| <i>Campanula glomerata</i>       | HKr   | MsTr    | KsMs | MsT | ScHe | PrSil  | Asteraceae       |
| <i>Campanula patula</i> L.       | HKr   | MsTr    | Ms   | MsT | ScHe | SilPr  | Asteraceae       |
| <i>Carex pilosa</i>              | HKr   | MsTr    | Ms   | MsT | Sc   | Sil    | Boraginaceae     |
| <i>Centaurea cyanus</i>          | T-HKr | MsTr    | MsKs | MsT | He   | Ru     | Brassicaceae     |
| <i>Chamomilla recutita</i>       | T     | MsTr    | MsKs | MsT | He   | Ru     | Campanulaceae    |
| <i>Chelidonium majus</i> L.      | HKr   | Og-MgTr | Ms   | MsT | ScHe | SilRu  | Campanulaceae    |
| <i>Cirsium altissimum</i>        | HKr   | AlkTr   | Ms   | MsT | He   | PrHal  | Campanulaceae    |
| <i>Cirsium palustre</i>          | HKr   | MsTr    | HgMs | MsT | ScHe | PalPr  | Caryophyllaceae  |
| <i>Conium maculatum</i>          | HKr   | MsTr    | KsMs | MgT | He   | Ru     | Cyperaceae       |
| <i>Dryopteris filix</i>          | HKr   | Og-MsTr | Ms   | MsT | Sc   | Sil    | Dennstaedtiaceae |
| <i>Elytrigia repens</i>          | G     | MsTr    | KsMs | MgT | ScHe | StPrRu | Dryopteridaceae  |
| <i>Chamaecytisus ruthenicus</i>  | nPh   | MsTr    | Ks   | MgT | ScHe | SilSt  | Fabaceae         |
| <i>Fragaria vesca</i>            | HKr   | MsTr    | Ms   | MgT | HeSc | Sil    | Fabaceae         |
| <i>Filipendula vulgaris</i>      | HKr   | MgTr    | KsMs | MgT | He   | StPr   | Fabaceae         |
| <i>Geranium sylvaticum</i> L.    | HKr   | MsTr    | HgMs | MsT | ScHe | PsSil  | Fabaceae         |
| <i>Glechoma hederacea</i> L.     | HKr   | MsTr    | Ms   | MsT | HeSc | RuSil  | Fabaceae         |
| <i>Gypsophila elegans</i> Bieb.  | T     | MsTr    | MsKs | MsT | He   | Ru     | Geraniaceae      |
| <i>Heraclium sibiricum</i>       | HKr   | MsTr    | KsMs | MsT | ScHe | SilPr  | Lamiaceae        |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i>   | T     | MsTr    | KsMs | MsT | He   | Ru     | Lamiaceae        |
| <i>Leonurus quinquelobatus</i>   | HKr   | MsTr    | MsKs | MgT | ScHe | Ru     | Lamiaceae        |
| <i>Lolium perenne</i> L.         | HKr   | MgTr    | KsMs | MgT | He   | Pr     | Lamiaceae        |
| <i>Milium effusum</i>            | HKr   | MsTr    | HgMs | MgT | Sc   | Sil    | Poaceae          |

*Окончание таблицы 1.1*

| <i>1</i>                          | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i>         |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------|
| <i>Neottianthe cucullata</i>      | HKr      | MsTr     | MsKs     | MgT      | ScHe     | Ru       | Orchidaceae      |
| <i>Origanum vulgare L.</i>        | HKr      | Og-MgTr  | MsKs     | MgT      | ScHe     | SilPr    | Plantaginaceae   |
| <i>Pimpinella saxifraga l.</i>    | HKr      | Og-MsTr  | MsKs     | MgT      | ScHe     | PtrPs    | Poaceae          |
| <i>Plantago major L.</i>          | HKr      | MgTr     | Ms       | MgT      | ScHe     | RuPr     | Poaceae          |
| <i>Poa pratensis</i>              | G        | MsTr     | Ms       | MsT      | He       | Pr       | Poaceae          |
| <i>Polýgonum aviculáre</i>        | T        | MsTr     | MsKs     | EuT      | ScHe     | Ru       | Poaceae          |
| <i>Potentilla anserina</i>        | HKr      | AlkMgTr  | HgMs     | EuT      | He       | Pr       | Poaceae          |
| <i>Prunella vulgaris</i>          | HKr      | MgTr     | Ms       | MsT      | He       | RuPr     | Poaceae          |
| <i>Pteridium aquilinum</i>        | G        | Og-MsTr  | HgMs     | MT       | HeSc     | Sil      | Poaceae          |
| <i>Pulmonaria angustifolia</i>    | HKr      | Og-MsTr  | MsKs     | MsT      | ScHe     | Sil      | Polygonaceae     |
| <i>Ranunculus acris</i>           | HKr      | MsTr     | HgMs     | MgT      | He       | Pr       | Ranunculaceae    |
| <i>Rosa canina</i>                | nPh      | MsTr     | MsKs     | MgT      | ScHe     | SilSt    | Ranunculaceae    |
| <i>Rubus saxatilis</i>            | St       | Hkr      | MsT      | MsTr     | Ms       | Sc       | Ranunculaceae    |
| <i>Sanguisorba officinalis L.</i> | HKr      | MsTr     | Ms       | MsT      | ScHe     | SilPr    | Ranunculaceae    |
| <i>Trifolium medium</i>           | G        | MsTr     | Ms       | MgT      | ScHe     | SilPr    | Rosaceae         |
| <i>Trifolium pratense</i>         | HKr      | MgTr     | Ms       | MgT      | He       | Pr       | Rosaceae         |
| <i>Trifolium repens</i>           | HKr      | MgTr     | HgMs     | Mt       | He       | Pr       | Rosaceae         |
| <i>Trollius europaeus L.</i>      | HKr      | MsTr     | HgMs     | Mt       | ScHe     | Pr       | Rosaceae         |
| <i>Tussilago farfara L.</i>       | G        | MsTr     | Ms       | MsT      | He       | RuPr     | Rosaceae         |
| <i>Urtica dioica</i>              | G        | MsTr     | KsMs     | MgT      | ScHe     | SilRu    | Rosaceae         |
| <i>Verónica officinalis</i>       | HKr      | MsTr     | Ms       | MgT      | HeSc     | Sil      | Scrophulariaceae |
| <i>Vicia cracca L.</i>            | HKr      | MsTr     | HgMs     | MsT      | He       | PalPr    | Urticaceae       |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Карта-схема заложенных площадок

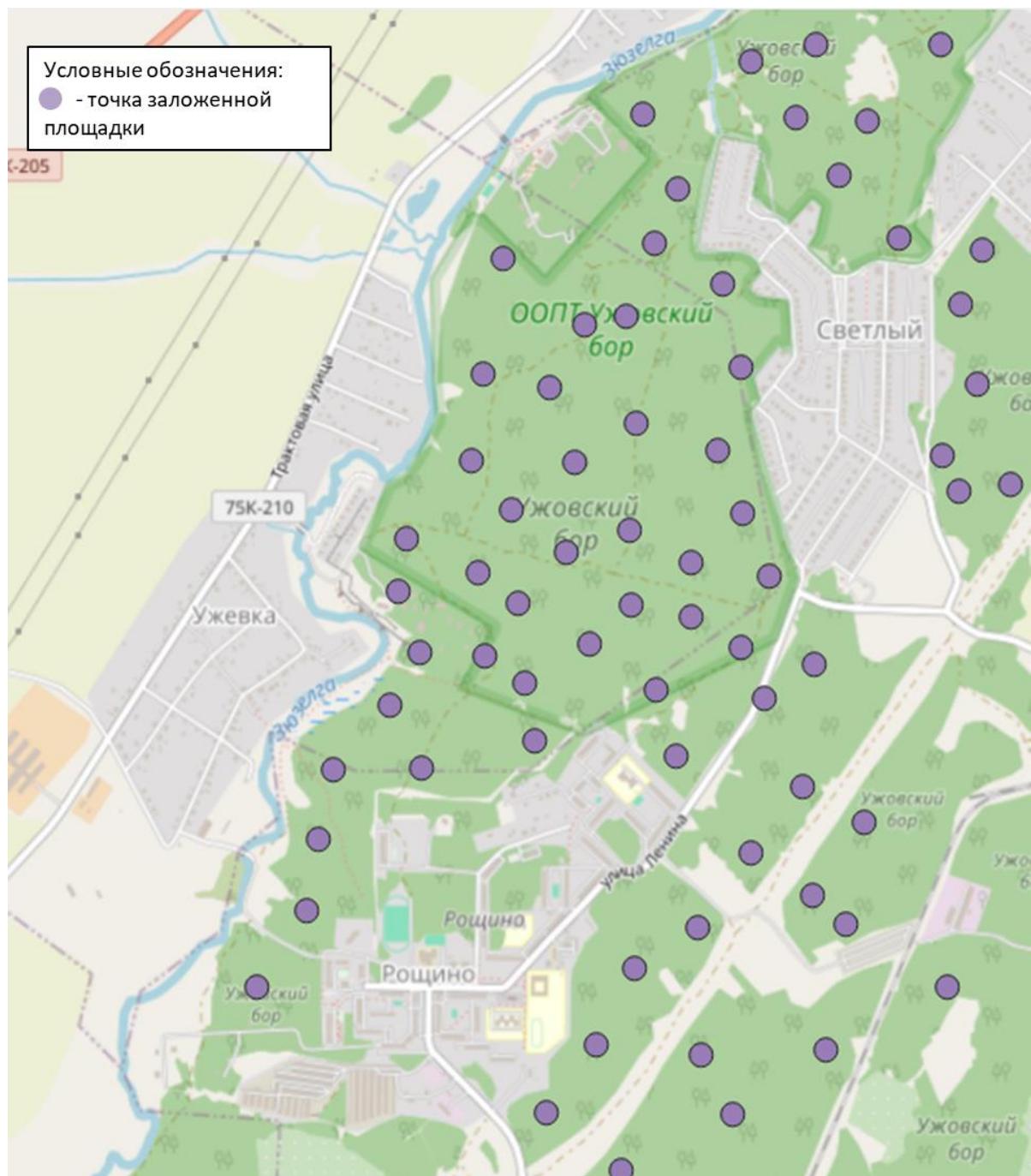


Рисунок 1.1 – Карта-схема заложенных площадок