



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

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ХИМИИ, ЭКОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

БИОТОПЫ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «ЧЕЛЯБИНСКИЙ
ГОРОДСКОЙ БОР»

Выпускная квалификационная работа
по направлению 05.03.06 Экология и природопользование
Направленность программы бакалавриата
«Природопользование»

Проверка на объём заимствований:
76,69 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

«04» 06 2019 г.
зав. кафедрой Химии, экологии
и методики обучения химии
С Сутягин А.А.

Выполнила:
Студентка группы ОФ-401/058-4-1
Новгородова Мария Дмитриевна

Научный руководитель:
д. б. н., профессор кафедры химии,
экологии и методики обучения химии
Н Назаренко Н.Н.

Челябинск
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1 ЛЕСА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ	5
1.1 Общая характеристика лесов Челябинской области	5
1.2 Физико-географическая характеристика Челябинского городского бора	16
Вывод по первой главе	23
ГЛАВА 2 МЕТОДИКИ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСНЫХ БИОТОПОВ	24
2.1 Геоботанический метод исследования.....	24
2.2 Фитоидикационный метод исследования.....	29
2.3 Метод многомерной статистики.....	30
ГЛАВА 3 БИОТОПЫ ЧЕЛЯБИНСКОГО ГОРОДСКОГО БОРА (АНАЛИЗ ИНДИКАЦИИ БИОТОПОВ)	35
1.1 Экоморфы Челябинского городского бора.....	35
1.2 Эколого-ценотическая структура растительности памятника природы «Челябинский городской бор».....	39
1.3 Синантропизация флоры Челябинского городского бора	50
Выводы по третьей главе.....	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	58
ПРИЛОЖЕНИЕ	61

ВВЕДЕНИЕ

На Южном Урале активно развивается рекреационное природопользование, которое социально, экологически и экономически рационально и фундировано на базе разработки природно-экологического каркаса, где каркас является гарантом оптимизации систем природопользования при сохранении устойчивости геосистем и благоприятных условий жизнедеятельности человека [8]. Для промышленного центра г. Челябинска «рекреационные системы» – это обязательный компонент и инструмент территориального планирования. Так ботанический памятник природы регионального значения «Челябинский городской бор» является «базовым элементом» природно-экологического каркаса, который выполняет средозащитную, водоохранную, рекреационную и санитарно-гигиеническую функции и обеспечивает поддержание экологического баланса для населения г. Челябинска за счет сохранения необходимых качественных параметров данного природно-территориального комплекса [4].

Лесные экосистемы Челябинского городского бора формируют разнообразие биотопов по ценотическим и внутриценотическим особенностям лесных сообществ [7]. Это разнообразие дает возможность изучения данной территории и выявления закономерностей антропогенной трансформации, а значение и роль бора, как основного и ценного природно-территориального комплекса г. Челябинска подтверждает актуальность изучения и исследования территории регионального ботанического памятника природы «Челябинский городской бор».

Цель исследования – изучения современного состояния биотопов ботанического памятника природы «Челябинский городской бор».

Объект исследования – биотопы Челябинского городского бора.

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

Задачи исследования:

1. Изучить состояние лесного фонда Челябинской области и оценить характер и состояние реликтового ленточного бора г. Челябинска.

2. Провести исследования биотопического разнообразия на территории ботанического памятника природы г. Челябинска.

3. Выполнить комплексную оценку и анализ биотопов Челябинского городского бора.

Практическая значимость – полученные материалы работы могут быть использованы специалистами-экологами для оценки текущего состояния Челябинского городского бора.

Новизна работы впервые проведен анализ растительности Челябинского городского бора с использованием современных методов оценки биотопов на основе фитоиндикации и многомерной статистики.

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. В Европейской части Челябинской области находится 15 % территории, в Азиатской – 85 %.

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).

Органом исполнительной власти в сфере лесных отношений по Челябинской области является Главное управление лесами Челябинской области. На территории области организовано 22 лесничества: Аргаяшское, Ашинское, Брединское, Верхнеуральское, Златоустовское, Карталинское, Каслинское, Катав-Ивановское, Красноармейское, Кунашакское, Кусинское, Кыштымское, Миасское, Нязепетровское, Октябрьское, Пластовское, Саткинское, Увельское, Усть-Катавское, Уфалейское, Чебаркульское, Шершневское [18].

Анализ существующего состава лесов по их целевому назначению

В соответствии с экономическим, экологическим и социальным значением лесного фонда, его местоположением и выполняемыми им функциям производится разделение лесного фонда по целевому назначению на защитные, эксплуатационные и резервные леса. Лесной фонд Челябинской области по целевому назначению разделен на защитные и эксплуатационные леса. Резервных лесов на территории Челябинской области не выделено.

К защитным лесам отнесены леса, которые подлежат освоению в целях сохранения средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов с одновременным использованием лесов при условии, если это использование совместимо с целевым назначением защитных лесов и выполняемыми ими полезными функциями. Эти леса занимают 78,2 % общей площади лесов Челябинской области. В защитных лесах сосредоточено 81,6 % общего запаса древесины.

К эксплуатационным лесам отнесены леса, которые подлежат освоению в целях устойчивого, максимально эффективного получения высококачественной древесины и других лесных ресурсов, продуктов их переработки с обеспечением сохранения полезных функций лесов. Эти леса занимают 21,8 % площади лесов Челябинской области.

Основные площади эксплуатационных лесов сосредоточены в Каслинском, Катав–Ивановском, Кусинском, Кыштымском, Нязепетровском, Саткинском и Ашинском лесничествах. Лесной фонд лесничеств, расположенных на юге и юго-востоке Челябинской области, представлен защитными лесами Брединского, Верхнеуральского, Карталинского, Пластовского и Увельского лесничества.

Официально к лесам, расположенным на землях обороны и безопасности, относятся леса Чебаркульского военного лесничества и Карабашской коммунально-эксплуатационной части [18].

Распределение лесных насаждений по группам древесных пород и группам возраста

Породный состав лесных насаждений Челябинской области довольно разнообразен. 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 березы, осины, ольхи серой; на юге и юго-западе области колючные мягколиственные насаждения.

Распределение лесов по возрастным группам зависит также от возраста рубки, который, в свою очередь, устанавливается в зависимости от целевого назначения лесов (защитные леса, эксплуатационные леса) и древесной породы. Преобладающей, как по площади, так и по запасу, является группа средневозрастных насаждений, на долю которых приходится 987,0 тыс. га, от покрытых лесной растительностью земель и 172,4 млн. м³. Спелые и перестойные насаждения занимают 474,0 тыс. га и 96,6 млн. м³ [18].

Аргаяшское лесничество

Все леса указанного лесничества на площади 75,752 тыс. га, относятся к защитным лесам.

Состав пород лесов: мягколиственные породы (77,2 % – 51,544 тыс. га), хвойные породы (22,6 % – 15,116 тыс. га). Доминирующими породами являются береза и сосна (97,7 % и 97,6 %).

Возрастная структура неравномерна: хвойные древесные породы – средневозрастная группа (47,5 %) и молодняк (32,5 %), мягколиственные породы – приспевающие насаждения (41,1 % – 21,174 тыс. га).

Ашинское лесничество

Леса указанного лесничества относятся к защитным лесам на площади 122,679 тыс. га и эксплуатационным лесам на площади 118,492 тыс. га. Площадь земель, покрытых лесной растительностью – 227,012 тыс. га.

Состав пород лесов: мягколиственные породы (75,4 % – 171 тыс. га), хвойные породы (11,7 % – 26,736 тыс. га), твердолиственные породы (12,7 % – 28,913 тыс. га). Лесничество должно стремиться к увеличению площади хвойных древесных пород (основной спрос) путем создания лесных культур преимущественно сосны, рубками ухода добиваться их преобладания. Доминирующими породами являются береза, сосна и клен (42,7 %; 38,7 %; 46,4 %).

Возрастная структура неоднородна: хвойные древесные породы – средневозрастная группа (42,0 % – 11,169 тыс. га), мягколиственные породы – спелых и перестойных (40,1 % – 68,858 тыс. га).

Брединское лесничество

Все леса указанного лесничества на площади 35,8 тыс. га, относятся к защитным лесам. Однако, по сравнению с данными ГЛР на 1.01.2007 года, площадь покрытых лесной растительностью уменьшилась на 5,9 тыс. га.

Состав пород лесов: мягколиственные породы (64,4 % – 23,036 тыс. га), хвойные породы (31,5 % – 11,269 тыс. га). Доминирующими породами являются сосна и береза (99,0 % и 89,8 %).

Возрастная структура неравномерна: хвойные древесные породы – молодняк (53,4 % – 6,021 тыс. га) и средневозрастная группа (45,6 %), мягколиственные породы – средневозрастные насаждения (76,6 % – 17,6 тыс. га), приспевающие и спелые (3,6 %).

Верхнеуральское лесничество

Все леса указанного лесничества на площади 56,8 тыс. га, относятся к защитным лесам. По сравнению с данными ГЛР на 1.01.2007 г. площадь хвойных лесонасаждений уменьшилась на 0,246 тыс. га, а площадь мягколиственных пород – на 1,28 тыс. га.

Состав пород лесов: мягколиственные породы (69,2 % – 39 тыс. га), хвойные породы (30,0 % – 17,045 тыс. га). Доминирующими породами являются сосна и береза (99,0 % и 97,3 %).

Общая возрастная структура: средневозрастная группа (78,4 %), молодняк (16,5 %), остальные возрастные группы (5,0 %).

Златоустовское лесничество

Все леса указанного лесничества (130,604 тыс. га.) относятся к защитным лесам. Площадь земель покрытых лесной растительностью составляет 121,270 тыс. га.

Состав пород лесов: мягколиственные породы (61,6 % – 74,7 тыс. га), хвойные породы (38,3 % – 46,549 тыс. га). Доминирующими породами являются береза и сосна (78,9 % и 63,4 %).

Возрастная структура неравномерна: хвойные древесные породы – средневозрастная группа (39,9 % – 18,604 тыс. га) и молодняк (33,5 %), мягколиственные породы – средневозрастные насаждения (38,5 % – 28,816 тыс. га).

Карталинское лесничество

Все леса указанного лесничества на площади 89,266 тыс. га, относятся к защитным лесам.

Состав пород лесов: мягколиственные породы (68,7 % – 61,3 тыс. га), хвойные породы (28,9 % – 25,833 тыс. га). Доминирующими породами являются сосна и береза (99,9 % и 90,9 %).

По сравнению с данными ГЛР на 1.01.2007 года площадь покрытых лесной растительностью сократилась на 1,882 тыс. га.

В возрастной структуре наблюдается четкая тенденция по всем породам. Преобладающими являются средневозрастные насаждения, которые занимают 63,535 тыс. га (71,2 %). Площадь молодняков составляет 19,66 га (22,0 %). На остальные возрастные группы приходится 6,07 тыс. га (6,8 %).

Каслинское лесничество

Леса указанного лесничества делятся на эксплуатационные 14 тыс. га и на защитные 112,447 тыс. га. Площадь земель, покрытых лесной растительностью, составляет 112,692 тыс. га.

Состав пород лесов: мягколиственные породы (62,5% – 70,4 тыс. га), хвойные породы (37,5 % – 42,243 тыс. га). Доминирующими породами являются сосна и береза (96,4 % и 94,2 %).

Возрастная структура неравномерна: хвойные древесные породы – средневозрастная группа (34,5 % – 14,577 тыс. га) и молодняк (17,7 %), мягколиственные породы – спелые и перестойные насаждения (52,0 % – 36,638 тыс. га).

Катав-Ивановское лесничество

Леса указанного лесничества делятся на эксплуатационные 138,642 тыс. га и на защитные 128,845 тыс. га. Площадь земель, покрытых лесной растительностью, составляет 253,516 тыс. га.

Состав пород лесов: мягколиственные породы (58,1 % – 146,733 тыс. га), хвойные породы (41,9 % – 106,152 тыс. га). Доминирующими породами являются сосна и береза (63,7 % и 72,6 %).

Возрастная структура относительно равномерна: хвойные древесные породы – спелые и перестойные (31,6 %), средневозрастная группа (30,4 %) и молодняк (23,6 %), мягколиственные породы – молодняк (21,3 % – 31,3 тыс. га).

Красноармейское лесничество

Все леса указанного лесничества на площади 89,607 тыс. га, относятся к защитным лесам.

Состав пород лесов: мягколиственные породы (91,2% – 81,792 тыс. га). Доминирующими породами являются сосна и береза (96,6 % и 84,6 %). Березовые насаждения в большинстве случаев являются коренными типами древостоев или имеют колючный характер бывших сельскохозяйственных формирований.

Возрастная структура неравномерна: хвойные древесные породы – молодняк (78,7 % – 6,113 тыс. га), мягколиственные породы – средневозрастные насаждения (76,7 % – 62,772 тыс. га), твердолиственные насаждения – средневозрастная группа незначительна по количеству. Преобладание сосновых молодняков объясняется производством лесных культур сосны под пологом березовых насаждений и выводом их через рубки ухода в первый ярус.

Кунашакское лесничество

Все леса указанного лесничества на площади 59,897 тыс. га, относятся к защитным лесам. Площадь земель, покрытых лесной растительностью, составляет 53,504 тыс. га.

Состав пород лесов: хвойные породы (15,3 % – 8,17 тыс. га), мягколиственные породы (83,1 % – 43,139 тыс. га). Доминирующими породами являются сосна и береза (99,9 % и 91,6 %).

В возрастной структуре преобладающими являются средневозрастные насаждения, которые занимают 22,0 тыс. га (41,1 %). Площадь молодняков составляет 7,868 тыс. га (6,8 %). На остальные возрастные группы приходится 28,879 тыс. га (54,0 %).

Кусинское лесничество

Леса указанного лесничества делятся на защитные леса (53,7 тыс. га) и эксплуатационные леса (50,751 тыс. га). Площадь земель, покрытых лесной растительностью, составляет 93,768 тыс. га.

Состав пород лесов: хвойные породы (37,4 % – 35,048 тыс. га), мягколиственные породы (62,6 % – 58,705 тыс. га). Доминирующими породами являются сосна и береза (63,8 % и 59,2 %).

Общая возрастная структура: средневозрастная группа (40,9 %), молодняк (25,3 %), приспевающие насаждения (14,6 %), спелые и перестойные насаждения (19,3 %). Возрастная структура неравномерна: хвойные древесные породы – молодняк (49,1 % – 17,21 тыс. га), средневозрастные насаждения (36,5 % – 12,9 тыс. га) и спелые и перестойные насаждения (8,5 %); мягколиственные породы – средневозрастные насаждения (43,3 %), спелые и перестойные насаждения (25,8 % – 15,128 тыс. га) и молодняк (11,1 %).

Кыштымское лесничество

Леса лесничества относятся к защитным лесам (115,217 тыс. га) и эксплуатационным лесам (3,788 тыс. га). Площадь земель, покрытых лесной растительностью, составляет 106,329 тыс. га.

Состав пород лесов: хвойные породы (41,4 % – 44,043 тыс. га), мягколиственные породы (58,6% – 62,286 тыс. га). Доминирующими породами являются береза и сосна (90,2 % и 83,6 %).

Возрастная структура относительно равномерна: хвойные древесные породы – средневозрастные насаждения (27,9 % – 12,304 тыс. га) и молодняк (15,7 %), мягколиственные породы – спелые и перестойные насаждения (38,0 % – 23,677 тыс. га).

Миасское лесничество

Все леса указанного лесничества (110,229 тыс. га.) относятся к защитным. Площадь земель, покрытых лесной растительностью, составляют 99,907 тыс. га.

Состав пород лесов: хвойные породы (49,2 % – 49,229 тыс. га), мягколиственные породы (50,7 % – 50,669 тыс. га). Доминирующими породами являются береза и сосна (87,3 % и 80,8 %).

Возрастная структура неравномерна: хвойные древесные породы – средневозрастные насаждения (49,2 % – 24,248 тыс. га) и молодняк (18,3 %), мягколиственные породы – средневозрастные насаждения (78,2 % – 39,644 тыс. га).

Нязепетровское лесничество

Леса, расположенные на территории указанного лесничества, относятся к защитным (115,363 тыс. га) и эксплуатационным (120,278 тыс. га). Площадь земель, покрытых лесной растительностью, составляет 225,229 тыс. га.

Состав пород лесов: хвойные породы (26,8 % – 60,573 тыс. га), мягколиственные породы (73,0 % – 164,548 тыс. га). Доминирующими породами являются береза и сосна (63,9 % и 51,1 %).

Возрастная структура неравномерна: хвойные древесные породы – молодняк (35,2 % – 21,784 тыс. га) и средневозрастная группа (26,9 %), мягколиственные породы – средневозрастные насаждения (33,4 % – 55,122 тыс. га). Твердолиственные породы занимают 0,107 тыс. га.

Уфалейское лесничество

Леса, расположенные на территории указанного лесничества, относятся к защитным (98,070 тыс. га) и эксплуатационным (72,722 тыс. га). Площадь земель, покрытых лесной растительностью, составляет 160,615 тыс. га.

Состав пород лесов: хвойные породы (32,0 % – 51,63 тыс. га), мягколиственные породы (67,8 % – 108,980 тыс. га). Доминирующими породами являются береза и сосна (80,9 % и 74,5 %).

Возрастная структура неравномерна: хвойные древесные породы – спелые, перестойные насаждения (29,4 %) и молодняк (21,0 %), мягколиственные породы – спелые и перестойные насаждения (40,8 % – 44,5 тыс. га).

Пластовское лесничество

Леса, расположенные на территории указанного лесничества, относятся к защитным лесам. Площадь, земель, покрытых лесной растительностью, составляет 79,978 тыс. га.

Преобладающими породами в лесничестве являются мягколиственные (49,905 тыс. га или 62,7 %) и хвойные древесные породы (29,652 тыс. га или 37,2 %).

Возрастная структура неравномерна: хвойные древесные породы – молодняки (51,9 %) и средневозрастная группа (35,0 %), мягколиственные породы – средневозрастные насаждения (75,4 % – 37,663 тыс. га).

Саткинское лесничество

Леса указанного лесничества относятся к защитным лесам на площади 70,512 тыс. га и эксплуатационным лесам на площади 35,772 тыс. га. Площадь земель, покрытых лесной растительностью, составляет 97,297 тыс. га.

Доминирующими породами являются береза и сосна (58,1 % и 81,2 %). Распределение древесных пород по группам возраста неравномерное: хвойные породы – средневозрастная группа (38,9 % – 15,745 тыс. га), мягколиственные насаждения – спелые и перестойные насаждений (49 % – 27,913 тыс. га), на долю приспевающих приходится 12,977 тыс. га или 22,8 %.

Усть-Катавское лесничество

Леса указанного лесничества относятся к защитным 25,128 тыс. га и эксплуатационным – 25,911 тыс. га. Площадь земель, покрытых лесной растительностью – 47,521 тыс. га. Состав пород лесов: хвойные породы (52,4 % – 24,940 тыс. га), мягколиственные породы (47,6 % – 22,58 тыс. га).

Доминирующими породами являются береза и сосна (58,2 % и 90,8 %). Возрастная структура лесного фонда лесничества весьма неоднородна: мягколиственные насаждения – средневозрастная группа (36,2 % – 8 тыс. га), хвойные пород – приспевающие насаждения (28,4 % – 7 тыс. га).

Увельское лесничество

Все леса указанного лесничества относятся к защитным. Площадь земель, покрытых лесной растительностью, составляет 64,405 тыс. га.

В составе лесов резко преобладают мягколиственные насаждения, на их долю в целом приходится 54,057 тыс. га, что составляет около 85,4 %.

Распределение лесов по возрастным группам неравномерное: мягколиственные насаждения – средневозрастные (89,3 % – 48,311 тыс. га), твердолиственные насаждения – молодняк и средневозрастная группа, хвойные насаждения – молодняки (80,6 % – 7,383 тыс. га).

Октябрьское лесничество

Все леса указанного лесничества относятся к защитным. Площадь земель, покрытых лесной растительностью, составляет 29,107 тыс. га.

В составе лесов резко преобладают мягколиственные насаждения, на их долю в целом приходится 24,191 тыс. га, что составляет около 85,2 %.

Распределение лесов по возрастным группам неравномерное: мягколиственные насаждения – приспевающие насаждения (40,3 % – 9,749 тыс. га), твердолиственные насаждения – молодняк и средневозрастная группа, хвойные насаждения – средневозрастные (67,2 % – 2,8 тыс. га).

Чибаркульское лесничество

Все леса указанного лесничества относятся к защитным. Площадь земель, покрытых лесной растительностью, составляет 132,802 тыс. га.

Как и в целом по лесному фонду Челябинской области, Преобладающими древесными породами в лесах являются мягколиственные (60,5 % – 80,137 тыс. га), хвойные (39,4 % – 52,117 тыс. га).

Распределение лесов по возрастным группам неравномерное: мягколиственные и твердолиственные насаждения – средневозрастными насаждениями (более 85,6 %), хвойные насаждения – преобладают молодняки (64,2 %). Наблюдается тенденция к увеличению площади хвойных насаждений.

Шершневское лесничество

Леса относятся к защитным лесам на площади 108,519 тыс. га, и эксплуатационным лесам на площади 2,912 тыс. га. Площадь земель, покрытых лесной растительностью, составляет 104,366 тыс. га.

В составе лесов в значительной степени преобладают мягколиственные насаждения, на их долю приходится 86,279 тыс. га или 83,4 %. Доминирующими породами являются береза и сосна (99,0 % и 98,3 %). Березовые насаждения в большинстве случаев являются коренными типами древостоев или имеют колочный характер бывших сельскохозяйственных формирований.

Распределение лесов по возрастным группам в целом по лесничеству и по породам неравномерное: мягколиственные насаждения – приспевающие насаждения (44,6 %), твердолиственные насаждения – преобладание молодняков (1 %), хвойные насаждения – средневозрастные насаждения (62,7 %).

Площадь лесов, расположенных на землях населенных пунктов (городские леса), составляет 33,2 тыс. га, в том числе имеющих категорию защитных лесов – 33,2 тыс. га. Охарактеризовать все городские леса не представляется возможным в силу того, что не на всей территории ведется детальный государственный лесной реестр.

1.2 Физико-географическая характеристика Челябинского городского бора

Челябинский городской бор – это ботанический памятник природы регионального значения. Он расположен в лесостепной зоне Челябинской области на юго-западе города Челябинска на правом берегу реки Миасс, общая площадь которого составляет 1179,64 га (1130,48 га). Он является ленточным островным бором, который относится к лесам первой группы. Данная особо охраняемая природная территория представляет собой реликтовую экосистему, сформировавшуюся в межледниковую эпоху в пе-

риод аридизации на рубеже верхнего плейстоцена и голоцена (около 10 000 лет тому назад), что повлекло за собой отступление сплошной лесной зоны на север [17].

Бор как реликт оказался очень ценным аккумулятором и регулятором влаги, а так же стал основой лесообразующей породы, что не свойственно и не характерно для лесостепной территории, на которой он расположен. Бор является объектом массовой рекреационной нагрузки, вследствие чего подвергается дигрессионным процессам, которые включают в себя и другие факторы антропогенного воздействия, а именно низовые пожары, переуплотнение почв, загрязнение атмосферы и другие [10]. Таким образом, сочетание и взаимодействия перечисленных естественных и антропогенных факторов приводят к резкой потере устойчивости этих экосистем ботанического памятника природы.

Административное и географическое положение

Ботанический памятник природы расположен в Центральном районе города Челябинска. Его площадь составляет не более 12 км² (лесной площади – 1130,48 гектаров, а лесопокрытой – 852 га). Наибольшая длина бора составляет около 5,5 км, а средняя ширина около 2 км [14].

Исследуемая территория памятника природы в черте города имеет границы общей протяженностью 32,24 (53,97) км: с западной стороны памятник природы ограничен Шершневым водохранилищем и рекой Миасс; на севере и северо-востоке граничит с парком культуры и отдыха имени Ю.А. Гагарина; восточная граница памятника природы проходит вдоль улицы Лесопарковой, улицы Татьянической, территории областной клинической больницы, детской областной больницы, областного госпиталя ветеранов, поселка Уфимский каменный карьер и далее вдоль улицы Блюхера; с южной стороны памятник природы ограничен территорией областной психоневрологической больницы, улицами Кузнецова и Калининградской, карьером «Изумрудный» [17].

Согласно совмещенному физико-географическому и геоботаническому районированию, Челябинский городской бор находится в подзоне северной лесостепи Западно-Сибирской провинции Средне-Тобольской низменности и провинции Зауральского пенеппена в подзоне средней лесостепи. Таким образом, Челябинский сосновый бор расположен в лесостепной части Зауральской равнины, расчленённой невысокими холмами и долинами небольших рек, и лежит на кристаллическом основании древней платформы, покрытой позднейшими отложениями [17]. Именно к этой зоне приурочены так называемые «ленточные» боры, каким и является наш городской бор.

Рельеф

Территория Челябинского соснового бора, как и почти вся территория Челябинска лежит на огромном гранитном массиве. Рельеф исследуемого бора всхолмленный имеет мягко-увалистый характер поверхности, с отдельными сопками высотой 8–15 м с пологими склонами [13]. Рельеф имеет общий уклон к долине р. Миасс от 5° с юго-востока на северо-запад, до 8° с востока на запад. Долина поверхностно нарушает равнинный рельеф территории по границе бора, но так же заходит в некоторых местах глубоко в сосновый массив, что даёт возможность развитию болотистых и мокрых луговых пространств [14].

Бор приурочен к местам выхода горных пород кислого состава – гранитного «фундамента» в виде плит, каменных глыб и продуктов их разрушения. Бывшие выработанные карьеры на юге и на западе территории бора свидетельствуют о мощности залегания гранита в глубину и о сильном сокращении площади лесопокрытой территории. Граниты состоят из зерен кварца, полевого шпата и слюды. Цвет полевого шпата определяет окраску гранитов, которые в бору имеет следующие разновидности: в северо-западной части бора – крупно- и мелкозернистый розовый гранит, в южной части бора – среднезернистые слюдяные серые граниты и гранито-

порфириты с крупными вкраплениями полевого шпата светло-серого цвета [14].

На исследуемой территории бора находится объект археологического наследия «Стоянка Шершни 1» – площадка поселения неолита и средневековья (12-14 вв.) на восточном берегу Шершнёвского водохранилища, где коллекция находок составляет 2200 экземпляров, а из них 1700 это каменные предметы. Сейчас памятник затоплен. Так же интересными объектами являются две искусственные пещеры, расположенные в 7 квартале в старой каменоломне и в 49 квартале гранитные останцы под углом 30-45°, сглаженных ветром и водой [14].

Почва

Почти по всей территории бора почвенный покров однороден. Он преимущественно представлен дерново-подзолистыми почвами. На исследуемой территории бора малая мощность почв может быть объяснена расположения почвенного покрова на коре выветривания гранитного фундамента, где так же встречаются комковатые и дресвянистые оподзоленные почвы. А повышенное среднее содержание гумуса в 3,94 % не характерное для дерново-подзолистых почв можно объяснить накоплением опада растительного органического вещества в нижнем ярусе соснового леса. Так же представлены серые лесные, пойменные (аллювиальные луговые кислые), болотно-луговые (на заболоченных территориях) почвы и выщелоченные чернозёмы (юго-западная часть территории – сухие окраины бора) [14].

Климат

Климат лесостепной зоны, где располагается памятник природы, умеренный континентальный (переходный от умеренно-континентального к резко континентальному). Характерно для исследуемой территории длительная суровая (достаточно холодная и снежная) зима и довольно жаркое лето, с недостаточным увлажнением и периодически повторяющимися засухами. Продолжительность вегетационного периода составляет в среднем 164 дня, безморозного – 125 дней [17].

Прохождение циклонов над территорией области устанавливает количество и распределение осадков в течение года. Среднегодовое количество осадков равняется 410-450 мм, где на июль приходится наибольшее количество (значение) [21].

Основные центры действия атмосферы и орография определяют ветровой режим территории, который формирует особенности природно-территориальных ландшафтов. Ветровой режим области: январь – май – южное и юго-западное направление ветра со средней скоростью 3–4 м/с; июнь-август - западное и северо-западное направление ветра с порывами ветра до 16–25 м/с при грозах; сентябрь-декабрь - южное и юго-западное направление ветра со минимальной скоростью ветра в 3 м/с с порывами до 18–28 м/с. [21].

Сосновый лесной массив создает свой местный микроклимат. Бор и прилегающие к нему территории изменяют свои микроклиматические параметры: температура, влажность воздуха и почвы, ветровой режим, распределение снега (промерзание и оттаивание). Лесные насаждения уменьшают скорость ветра, снижают турбулентность и скорость теплообмена. Таким образом, наблюдаются основные микроклиматические закономерности: незначительное влияние ветрового режима, большая влажность, повышенная интенсивность испарения, температурный режим - повышенная температура зимой и пониженная температура летом, накопление снега идет равномерно с наименьшей плотностью и медленным таяньем [14].

Гидрология

Граница городского бора проходит по правому берегу Шершневского водохранилища и реки Миасс, где течение реки огибает бор с запада и севера на протяжении 10 км. В бору есть три крупных водных объекта искусственного происхождения (обводненные карьеры в бывших каменоломнях): «Студенческий» («Каменный») карьер в 20 квартале, «Голубой» («Уфимский») карьер в 45,49 кварталах, Изумрудный карьер в 46,47 кварталах [14].

Самые высокие точки бора расположены: в 45 квартале находится точка на высоте 273 м над уровнем океана и на 60 м над уровнем реки Миасс, а вторая точка находится на просеке 13 и 14 кварталах, которая расположена на высоте 50 м от уровня Миасса. Сам бор возвышается на высоте 25-40 м над уровнем реки Миасс [14].

В Шершневское водохранилище впадает река Чекинка (Челябка) общей протяженностью в 2830 м, которая берет начало в 30 квартале и протекает через весь бор. Речка сильно заросла, скорость течения небольшая, а в засушливые годы она пересыхает, представляя собой цепочку отдельных плесов [14].

Заболоченные территории в основном расположены в понижениях рельефа, в бывших выработанных карьерах, по берегам реки Миасс и по течению речки Чекинки. В 13 квартале в пределах высокой поймы расположено большое болото с фрагментами заболоченного луга на месте пойменных западин и стариц [14].

На территории бора довольно много родниковых источников (4, 14, 19, 33 квартала и др.), которые появляются на поверхности с большой глубиной. Радоновые воды холодные, чистые, содержат растворенный радон.

Растительность

Лесной массив главным образом состоит из сосняков, березняков, смешанных березово-сосновых и сосново-березовых древостоев. Но лесобразующей породой является сосна обыкновенная, удельный вес которой составляет 94,1 %. Сосна устойчива на внеконкурентной территории распространения, что объясняет широкую экологическую амплитуду средообразующих факторов (от сухих бедных песчаных почв до переувлажненных болотных пространств) [9].

Выделяются особенности и общие закономерности экологического распространения растительности бора, которые определяют его видовое разнообразие. Ивняки и заросли ольхи приурочены к пойменным (интразональным), сырым и заболоченным местообитаниям. Березняк встречается

ся в основном в разреженных сосновых насаждениях и формируется на гарях.

Интродукция лесокультурных посадок ввела в состав древостоя такие виды, как клен ясенелистный, татарский и остролистный, лиственницу сибирскую, дуб черешчатый, ель сибирскую.

В подлеске представлены боярышник кроваво-красный, бузина сибирская, кизильник черноплодный, малина обыкновенная, ракитник русский, шиповник, акация жёлтая, вишня степная и войлочная, яблоня ягодная и рябина обыкновенная и другие [19].

Травяной покров бора насчитывает более 200 видов. Наиболее распространёнными являются: полынь, кошачья лапка, брусника, толокнянка, земляника, костяника, купена лекарственная и другие виды. Разнотравье увлажнённых местообитаний (понижения рельефа и заболоченные участки) представлено видами: рогоз узколистный, калужница болотная, камыш лесной, горцы, хвощи, будра плющевидная и другие представители. Лугово-степное разнотравье представлено видами: клевер, кровохлебка, мятлик, овсяница, лапчатка, костер и многие другие [19].

Исчезающими видами являются: любка (ночная фиалка), грушанка, лилия-саранка, незабудка, папоротник-орляк, мужской папоротник, дрок красильный, ковыль, горицвет весенний и др. [19].

Животный мир

Фауна бора подвергается сокращению видового разнообразия и общей численности.

Основные классы животного мира на территории бора, которые были исследованы: млекопитающие, птицы и рыбы, а паукообразные и насекомые являются малоизученными классами по-своему разнообразию.

Основными представителями изученных классов являются: млекопитающие – заяц-беляк, белка обыкновенная, бобр обыкновенный, ондатра, лесные и летучие мыши, полевки, стаи домашних собак и редко встречается ёж обыкновенный; рыбы – 16 видов из 7 семейств и 4 отрядов в основ-

ном аборигенные и акклиматизированные виды (немногочисленны из-за чувствительности к загрязнению водных объектов бора) [18]. Численность птиц велика, благодаря миграционным возможностям. Встречаются большой пестрый дятел, большая синица, зяблик, деревенская ласточка, обыкновенная горихвостка, певчий дрозд, обыкновенный скворец, сорока, серая ворона, ворон, поползень, полевой и домовый воробей и др. Из хищных птиц встречаются орлан-белохвост, неясыть и болотные совы. Известны представители амфибий (лягушки) и рептилий (ящерицы и ужи) [20].

На территории Челябинского городского бора встречаются редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животного мира: 6 видов насекомых (дозорщик повелитель, пчела среднерусская, земляной шмель, норовой шмель, пестрый шмель, ляфрия горбатая); 4 вида летучих мышей (водяная ночница, ночница Брандта, бурый ушан, нетопырь Натузиуса); 23 вида птиц (большая белая цапля, лебедь-шипун, обыкновенный осоед, сапсан, черноголовый хохотун, обыкновенная горлица, воробьиный сычик, пестрый дрозд, овсянка – ремез) [20].

Вывод по первой главе

Челябинская область относится к лесодефицитным районам России и обладает незначительными лесосырьевыми ресурсами. Но ленточные боры образуют каркас площадей, который обладает ресурсным потенциалом (основная эксплуатационная порода хвойных насаждений – сосна; богатый ряд промысловых животных и птиц, видовой список лекарственных растений), а развитие этого каркаса направлено на сохранение окружающей среды, биоразнообразия и возможное пространственно-временное распространение на территории Челябинской области.

ГЛАВА 2 МЕТОДИКИ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСНЫХ БИОТОПОВ

2.1 Геоботанический метод исследования

Геботанические исследования – это изучение фитоценозов, их классификационных систем и закономерностей географического распространения, которые связаны с особенностями условий среды и фитоценологических 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 м² (20x20 м ;25x25 м), площадь луговых и болотных сообществ закладывается размеров в 100 м² (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) [9].

Для описания фитоценозы классифицируются на различные таксономические единицы для учета всех параметров и всестороннего анализа.

Ярусность (вертикальное расчленение фитоценоза) – вертикальное строение сообществ, которое структурно разграничено на горизонты надземных и подземных функциональных частей флористического состава.

Лесной фитоценоз полно отражает ярусность. Обычно выделяют ярусы (по Серябрикову):

Ярус А – древостой (главные и второстепенные древесные породы древостоя);

Ярус В – подлесок (кустарники);

Ярус С – травяно-кустарничковый (травы, кустарнички и полукустарники);

Ярус D – мохово-лишайниковый (напочвенный покров).

Высота деревьев и кустарников дается 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, фитоценологических 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 аспектному виду с последовательным присоединением существующих аспектов [9].

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. Субъективный подсчет ведется по шкале О. Друде для травянистых растений с помощью условных обозначений и определяется визуально на глаз для каждого вида на заложённой площадке.

Градации шкалы О. Друде отражена на рисунке 1 для понимания и удобства использования с наглядным объяснением основных лексических обозначений (сокращений).

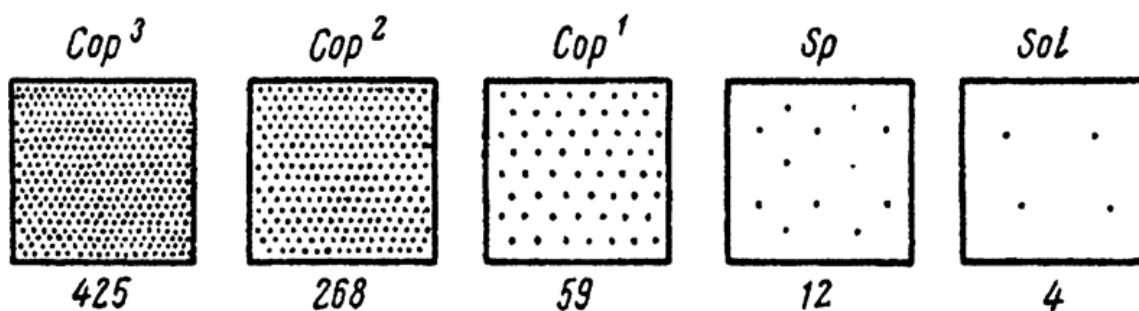


Рис.1 Сопоставление ступеней обилия в градациях шкалы О. Друде на площади в 100 м² (точками обозначены экземпляры растений, цифрами под квадратами – число экземпляров) [9]

Таблица 1 отражает комбинированный подход к оценке признака обилия для точных геоботанических описаний, что повышает точность геоботанических исследований. Это даёт возможность использовать системно-сравнительный анализ.

Шкалы обилия (численности) видов растений [9]

Характер обилия	Шкала О.Друде	Интерпретация А.А.Уранова (среднее наи- меньшее рас- стояние между особями, см на 100 м ²)	Проективное по- крытие данного вида, % (Ярошенко,1961)	Балл об- лилия (Быков, 1973)
Сплошь (рас- тения смыка- ются надзем- ными частя- ми)	Soc (sociales)		90	6
Очень обиль- но	Cop 3 (copiosus)	0-20	90-70	5
Обильно	Cop 2 (copiosus)	20-40	70-50	4
Довольно обильно	Cop 1 (copiosus)	40-100	50-30	3
Рассеяно	Sp (sparsus)	100-150	30-10	2
Единично	Sol (solitarius)		Менее 10	1
Чрезвычайно редко	Rr (rarissimo)			
Единственный экземпляр	Un (unicum)			

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.

Фенологическое состояние растений [9]

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 (оппадают)	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.

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 фитолимата и почвы, независимо от их количества, называют **эдификаторами** [9].

2.2 Фитоиндикационный 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 [3].

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 [3]. 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.

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 – флуктуациях 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 прямым инструментальным измерениям геоботанических исследований. Они дают сравнимые и стабильные, хотя и относительные экологические характеристики местообитаниям растительных сообществ [3].

2.3 Метод многомерной статистики

Многомерная классификация

Методы многомерной статистики используются для анализа скрытых взаимосвязей и взаимодействий между объектами, где возможно отражение их структурной композиции в графическом сопровождении результатов.

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 геоботани-

ческих и экологических исследованиях используют классификации описаний по матрицам коэффициентов Жаккара, Сьеренсена-Чекановского (Брея-Кертиса), Эвклидово расстояние, корреляции Пирсона.

Нормированные коэффициенты (по формуле $r = (1 - K)^2$) 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 одномерных 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 исследованиях.

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.

ГЛАВА 3 БИОТОПЫ ЧЕЛЯБИНСКОГО ГОРОДСКОГО БОРА (АНАЛИЗ ИНДИКАЦИИ БИОТОПОВ)

1.1 Экоморфы Челябинского городского бора

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) [12].

Климаморфы (жизненные формы Раункиера – рис.2) отражают разнообразие к климатическим факторам региона. Распределение климаморф выделяет 3 доминирующие группы: гемикриптофиты (HKr) составляют 50% флоры, а доля фанерофитов и геофитов (Ph и G) находятся в почти равных процентных соотношениях – 15 %.

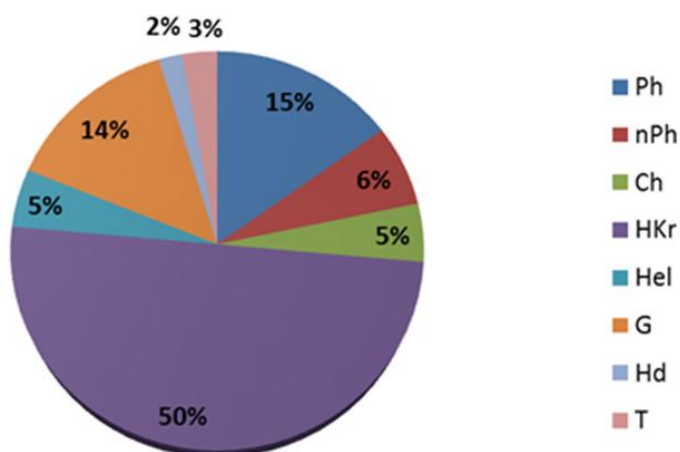


Рис. 2 Климаморфы флоры памятника природы «Челябинский городской бор»
по Раункиеру

Полученные распределения являются классическими для сосновых лесных экосистем так, как сосняки образуют разряженные 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.

Но типологическое разнообразие сосняков тесно увязано с экологическими условиями, где это разнообразие подтверждается выделением ещё 4 существующих подтипов (жизненных форм Раункиера), а именно выделение нанофанерофитов, хамефитов, гелофитов и гидрофитов (nPh, Ch, Hel и Hd).

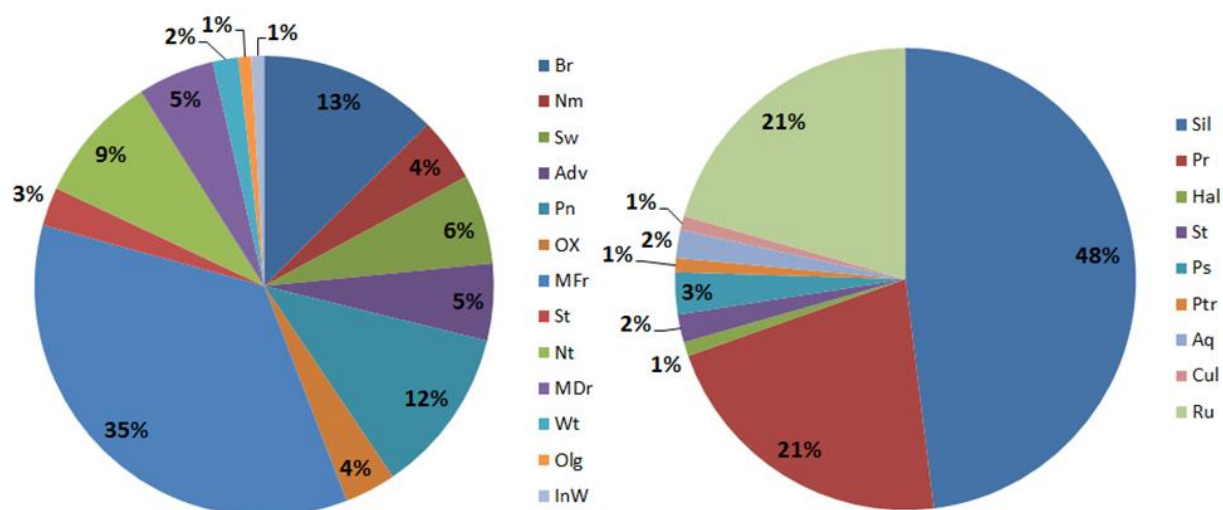


Рис. 3 Эколого-ценотические группы (слева) и ценоморфы (справа) флоры памятника природы «Челябинский городской бор»

Для оценки ценотического разнообразия изученных лесных сообществ бора в степи важную роль играют соотношения ценоморф. Кроме ценоморф в понимании Бельгарда в анализе выделялись также эколого-ценотические группы, предложенные для оценки ценотической структуры лесного пояса Восточной Европы (рис. 3).

Во флоре исследованного бора преобладают лесные и в равном соотношении луговые и сорные виды – сильванты, протанты и рудеранты (Sil, Pr и Ru), где при этом наблюдаются основа состава лесных видов и это практически равные соотношения долей типичных бореальных (Br) и борных (Pn) видов. Это есть основа существования реликтовой экосистемы, сформировавшейся на рубеже верхнего плейстоцена и голоцена в период повышения засушливости климата и отступления сплошной лесной зоны на север. Роль антропогенной трансформации так же можно проследить по доминирующей группе рудерантов, которая складывается из лугово-степной группы. Высокая доля протантов сопоставима с большим и основным значением лугово-степной группы, при этом влажнолуговая (MFr) компонента резко преобладает над сухолуговой (MDr). Это указывает на формирование луговой флоры бора преимущественно видами опушечно-полянных комплексов влажных местообитаний.

Общие закономерности растительного покрова бора на гранитах обуславливаются некоторой сухостью почвенного покрова, недостаточностью и малой мощностью гумуса, выходом материнских пород на поверхность то есть почв с недостаточным содержанием биогенных элементов.

Но соотношение трофо- и гигроморф (рис.4) исследуемых площадок территории ЧГБ указывают на преобладание достаточно увлажненных местообитаний (мезофитов – Ms и ксеро-мезофитов – KsMs) с умеренно-плодородными почвами (мезотрофами – MsTr) так, как долина реки Миасс глубоко заходит в сосновый бор, что даёт возможность развитию болотистых и мокролуговых пространств, а повышенное содержание гумуса

можно объяснить накоплением опада растительного органического вещества в нижнем ярусе соснового леса.

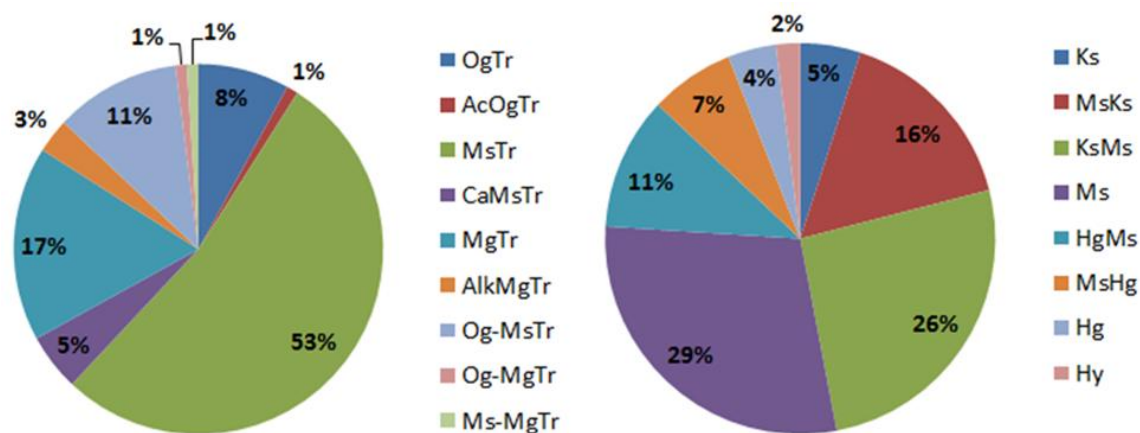


Рис. 4 Трофоморфы (слева) и гигроморфы (справа) флоры памятника природы «Челябинский городской бор»

Оценка разнообразия фитоклимата лесных биотопов бора была выполнена в ходе оценки соотношения видов флоры по режимам освещенности (гелиоморфы) и термоклимата (термоморфы) – рис. 5.

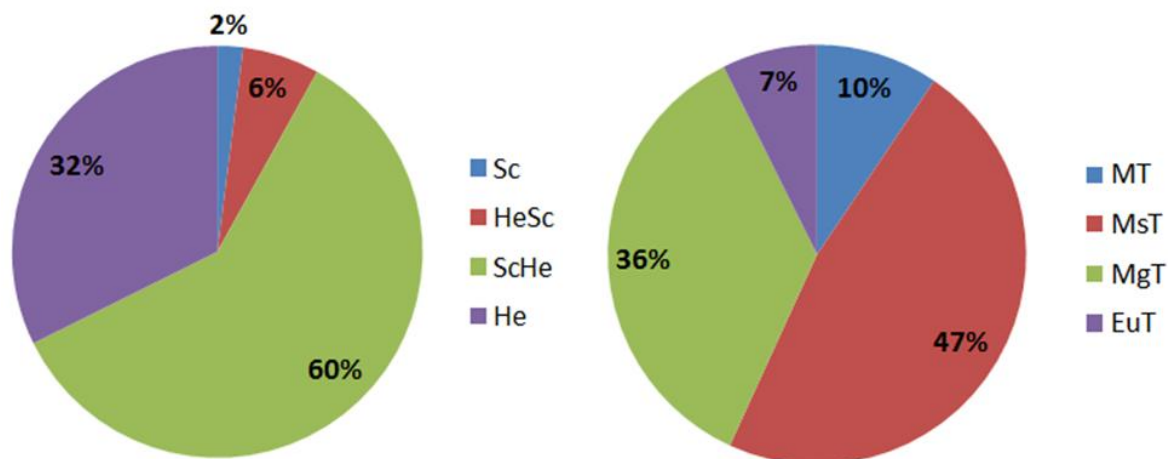


Рис. 5 Гелиоморфы (слева) и термоморфы (справа) флоры памятника природы «Челябинский городской бор»

Здесь можно проследить прямую зависимость светового режима от поступающего теплового режима. Большинство светолюбивых (He) и световыносливых (ScHe) относятся к теплолюбивым (MsT) и жаростойким (MgT) видам. 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 осветленным и полуосветленным типом экологической структуры древостоя.

Общую картину однородности лесных биотопов Челябинского городского бора по режимам почвенного увлажнения (см. Приложение 1), переменного почвенного увлажнения (см. Приложение 2) и по азотному (см. Приложение 3), кислотному (см. Приложение 4) режимам почв мы отразили в карта-схемах. С помощью метода «ближайшего соседа» в программе ArcGis на основании списка экологических амплитуд (экоморфы и ценотические группы на основании фитоиндикационных шкал) были выполнены геоботанические карта-схемы, которые отражают пространственное распространение режимов на территории бора.

1.2 Эколого-ценотическая структура растительности памятника природы «Челябинский городской бор»

С целью изучения эколого-ценотической структуры в Челябинском городском бору закладывались и описывались геоботанические площадки, и проводилось их описание согласно методике исследования лесных сообществ. Анализ включал в себя: классификацию описаний по матрице коэффициента Серенсена-Чекановского с группировкой в кластеры по бета-гибкой стратегии Ланса, фитоиндикацию биотопов с использованием унифицированных индикационных шкал, оценку ценотической и биотопической структуры выделенных сообществ способом непрямой ординацией

методом неметрического многомерного шкалирования (NMS) с последующей интерпретацией осей с использованием коэффициента тау-Кэндалла и в фитоиндикационных шкалах почвенного увлажнения (hd) и его переменности (fh), солевого (sl), азотного (nt) и кислотного (rc), режимов, режима кальция (Ca) и почвенной аэрации (ae), термо- (tm) омбро- (om) и криоклимата (Cr), континентальности или амплитуды температур (Kn) и освещенности (lc), классификацию величин шкалирования и фитоиндикации методами дискриминантного анализа по алгоритму General Discriminant Analysis и ординация биотопов в пространстве расстояния Махаланобиса и первых двух дискриминантных функций. Расчеты выполнялись в статистических пакетах Statistica и PC-ORD.

В результате кластеризации было выделено 15 кластерных единиц, рассматриваемых при иерархическом подходе [6] как ассоциации растительности:

(1) – сосняк земляничный (*Pinus sylvestris* L. – *Fragaria vesca* L.) – фиторазнообразие 35 видов, древостой формирует *Pinus sylvestris* L. с единичным участием *Betula pubescens* Ehrh. и *Populus balsamifera* L., второй ярус фрагментарный из *Sorbus aucuparia* L., для кустарникового яруса характерны *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova и *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt, в травостое доминирует *Fragaria vesca*, видами с высокой встречаемостью (> 75%) являются *Bromus arvensis* L., *Trifolium medium* L. и *Achillea millefolium* L.;

(2) – сосняк шиповниково-земляничный (*Pinus sylvestris* L. – *Rosa majalis* Herrm. – *Fragaria vesca* L.) – фиторазнообразие составляет 42 вида, древостой формирует *Pinus sylvestris* с участием *Betula pendula* Roth., *Betula pubescens*, и *Larix sibirica* Ledeb., второй ярус фрагментарный из *Sorbus aucuparia* L., отмечается внедрение в древостой *Acer negundo* L., кустарниковый ярус сплошной и сложен *Rosa majalis* с участием *Chamaecytisus ruthenicus* и *Cotoneaster melanocarpus*, в травостое доминирует *Fragaria vesca*, фоновыми видами (100% встречаемости) являются

Achillea millefolium, *Plantago major* L., *Trifolium pratense* L., *Artemisia absinthium* L., видами с высокой встречаемостью (> 75%) являются *Rubus saxatilis* L., *Bromus arvensis* L., *Poa pratensis* L.;

(3) – кострово-мятликово-овсянищевая растительная ассоциация (*Bromus arvensis* L. – *Poa pratensis* L. – *Festuca pratensis* Huds.) – фиторазнообразие составляет 27 видов, характерна для опушечно-полянных комплексов бора, в травостое доминируют *Bromus arvensis*, *Poa pratensis* и *Festuca pratensis* при участии *Achillea millefolium* и *Medicago sativa* L., также фоновыми видами являются *Cynosurus cristatus* L., *Veronica longifolia* L., *Vicia cracca* L., наблюдается активное зарастание полян кленом ясенелистым (*Acer negundo*);

(4) – березняк кисличный (*Betula pendula* Roth. – *Oxalis acetosella* L.) – фиторазнообразие составляет 34 вида, древостой формирует *Betula pendula*, кустарниковый ярус – *Rubus idaeus* L. при участии *Chamaecytisus ruthenicus* и (для влажных биотопов) *Salix cinerea* L., в травостое доминирует *Oxalis acetosella*, фоновыми видами *Achillea millefolium*, *Trifolium medium* и *T. pratense*, *Leonurus quinquelobatus* Gilib.;

(5) – сосняк кисличный (*Pinus sylvestris* L. – *Oxalis acetosella* L.) – фиторазнообразие 51 вид, древостой формируют виды *Pinus sylvestris* при участии *Populus tremula* L. и *Larix sibirica*, в кустарниковом ярусе представлены *Chamaecytisus ruthenicus*, *Cotoneaster melanocarpus* и *Cerasus fruticosa* (Pall.) Woron., а также (для влажных биотопов) *Salix cinerea*, отмечается внедрение в древостой *Acer negundo*, в травостое доминирует в *Oxalis acetosella*, фоновыми видами являются *Achillea millefolium*, *Trifolium pratense*, *Bromus arvensis*, видами с высокой встречаемостью – *Festuca pratensis*, *Glechoma hederacea* L., *Trifolium medium*, *Ranunculus acris* L.;

(6) – березово-сосняк пятитычинковоивняковый (*Pinus sylvestris* L. – *Betula pendula* Roth. – *Salix pentandra* L.) – фиторазнообразие составляет 13 видов, древостой разреженный из *Pinus sylvestris* и *Betula pendula*, сплошной хорошо развитый кустарниковый ярус формирует *Salix pentandra*, фо-

новым видом является *Humulus lupulus* L., травостой представлен преимущественно видами-палюдантами, как *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Persicaria amphibia* (L.) S. F. Gray, *Comarum palustre* L., *Rumex aquaticus* L. с участием *Tussilago farfara* L. и *Potentilla anserine* L., а в прибрежной зоне – видов аквального комплекса;

(7) – ильмовник хвощевый (*Ulmus glabra* Huds. – *Equisetum fluviatile* L.) – фиторазнообразие составляет 13 видов, древостой формирует *Ulmus glabra* с подлеском из *Sorbus aucuparia* L., отмечается внедрение в древостой *Acer negundo*, кустарниковый ярус фрагментарный и представлен *Salix cinerea*, в травостое доминирует *Equisetum fluviatile* с содоминантными *Equisetum arvense* L. и *Pyrola rotundifolia* L., также для травостоя характерно высокое обилие *Rubus saxatilis* L. и *Dryopteris filix-mas* (L.) Schot., видами с высокой встречаемостью являются *Tussilago farfara* и *Hieracium umbellatum* L.;

(8) – сосняк пырейно-земляничный (*Pinus sylvestris* L. – *Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski – *Fragaria vesca* L.) – фиторазнообразие составляет 33 вида, древостой формирует *Pinus sylvestris* с участием *Larix sibirica* и *Ulmus glabra*, единично отмечается *Betula pubescens* и *Acer platanoides* L., второй ярус сложен *Sorbus aucuparia*, кустарниковый ярус формируют *Chamaecytisus ruthenicus* и *Rosa majalis* с единичным участием *Cotoneaster melanocarpus* и *Rubus idaeus*, в травостое доминирует *Fragaria vesca* при содоминантном *Elytrigia repens*, фоновыми видами являются *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., *Achillea millefolium*, *Hieracium umbellatum*, *Cynosurus cristatus*, *Plantago major*;

(9) – сосняк костянично-земляничный (*Pinus sylvestris* L. – *Rubus saxatilis* L. – *Fragaria vesca* L.) – фиторазнообразие составляет 40 видов, древостой образует *Pinus sylvestris* с участием *Betula pubescens* и *B. pendula*, реже – *Populus tremula*, изредка – *Acer platanoides* и, единично, *Ulmus glabra*, отмечается единичное появление в древостое *Acer negundo*, подлесок фрагментарный из *Sorbus aucuparia*, в состав кустарникового яру-

са входят *Chamaecytisus ruthenicus*, *Cotoneaster melanocarpus* и, единично, *Rubus idaeus*, в травостое доминируют *Fragaria vesca* и *Rubus saxatilis*, видом с высокой встречаемостью является *Polygonatum odoratum*;

(10) – сосняк костяничный (*Pinus sylvestris* L. – *Rubus saxatilis* L.) – фиторазнообразие составляет 23 вида, древостой образует *Pinus sylvestris* с участием *Betula pubescens* и *B. pendula*, в подлеске – *Sorbus aucuparia* и *Malus baccata* (L.) Borkh., кустарниковый ярус представлен *Chamaecytisus ruthenicus* и *Cotoneaster melanocarpus*, в травостое доминирует *Rubus saxatilis*, фоновыми видами являются *Polygonatum odoratum*, *Festuca pratensis*, *Elytrigia repens* и *Sanguisorba officinalis* L.;

(11) – сосняк толокнянковый (*Pinus sylvestris* L. – *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.) – фиторазнообразие составляет 48 видов, древостой формируют *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens* и *B. pendula* с участием *Populus tremula* и, единично, *Larix sibirica*, в подлеске – *Sorbus aucuparia* и, единично, *Malus baccata*, отмечается единичное появление в древостое *Acer negundo*, кустарниковый ярус представлен – *Chamaecytisus ruthenicus*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Rubus idaeus*, *Rosa majalis*, единично – *Sambucus sibirica* Nakai, в травостое доминирует *Arctostaphylos uva-ursi* при содоминантной *Fragaria vesca*, фоновые виды – *Polygonatum odoratum* и *Hieracium umbellatum*;

(12) – осиново-сосняк лекарственнокупеновый (*Pinus sylvestris* L. – *Populus tremula* L. – *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce) – фиторазнообразие составляет 22 вида, Древостой формируют *Pinus sylvestris* и *Populus tremula*, кустарниковый ярус сплошной и хорошо развитый из *Chamaecytisus ruthenicus*, в травостое доминирует *Polygonatum odoratum*, фоновыми видами являются *Fragaria vesca*, *Achillea millefolium*, *Hieracium umbellatum*, *Bromus arvensis*;

(13) – сосняк землянично-лекарственнокупеновый (*Pinus sylvestris* L. – *Fragaria vesca* L. – *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce) – фиторазнообразие составляет 59 видов, древостой формируют *Pinus sylvestris*, *Acer*

platanoides, *Betula pubescens* и *B. pendula* с единичным участием *Ulmus glabra*, для древостоев этой ассоциации также часто характерны культуры *Quercus robur* L. и активная инвазия *Acer negundo*, подлесок сложен *Sorbus aucuparia*, *Crataegus sanguinea* Pall. и, единично, *Malus baccata*, кустарниковый ярус сплошной и хорошо развитый из *Rubus idaeus*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Rosa majalis*, *Cerasus fruticosa* и *Chamaecytisus ruthenicus*, в травостое доминируют *Fragaria vesca* и *Polygonatum odoratum*, видом с высокой встречаемостью является *Rubus saxatilis*;

(14) – сосняк будровый (*Pinus sylvestris* L. – *Glechoma hederacea* L.) – фиторазнообразие 38 видов, древостой образуют *Pinus sylvestris* и *Betula pubescens* единично встерчается *Quercus robur* и *Acer negundo*, в подлеске – *Sorbus aucuparia*, сплошной и хорошо развитый кустарниковый ярус формируют *Chamaecytisus ruthenicus*, *Rubus idaeus*, *Cotoneaster melanocarpus*, *Cerasus fruticosa* и *Sambucus sibirica*, в травостое доминирует *Glechoma hederacea*, на более увлажненных биотопах содоминантом является *Rygoia rotundifolia*, фоновые виды травостоя – *Fragaria vesca*, *Rubus saxatilis*, *Urtica dioica*, *Geum aleppicum* Jacq.;

(15) – березово-сосняк земляничный (*Pinus sylvestris* L. – *Betula pendula* Roth. – *Fragaria vesca* L.) – фиторазнообразие составляет 44 вида, Древостой формируют *Pinus sylvestris* и *Betula pendula*, с участием *Acer platanoides*, *Ulmus glabra* и *Populus tremula*, а в культурах – *Quercus robur*, наблюдается активная инвазия в древостой *Acer negundo*, мощный подлесок формирует *Sorbus aucuparia* и *Crataegus sanguinea*, хорошо развитый кустарниковый ярус образуют *Rubus idaeus*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Spiraea crenata* L., *Cerasus tomentosa* (Thunb.) Wall., единично – *Cotoneaster melanocarpus*, в травостое доминирует *Fragaria vesca* при фоновых видах – *Sanguisorba officinalis* L., *Trifolium medium* и *Glechoma hederacea*, *Plantago lanceolata* L.

Таким образом, флористический состав и ценолитическая структура растительных сообществ Челябинского городского бора характеризуется

значительной антропогенной трансформацией, при которой в растительные ассоциации активно внедряются опушечно-луговые, сорные и синантропные виды, которые, натурализуясь, вытесняют классические борные виды. Согласно предложенной Бурды Р.И. методикой оценки [2] синантропизация (доля синантропного компонента) флоры исследованных сообществ бора составляет 32%.

Ординация ассоциаций в пространстве многомерного шкалирования показала наличие трех статистически значимых (по показателю стресса) осей ординации (рис. 6).

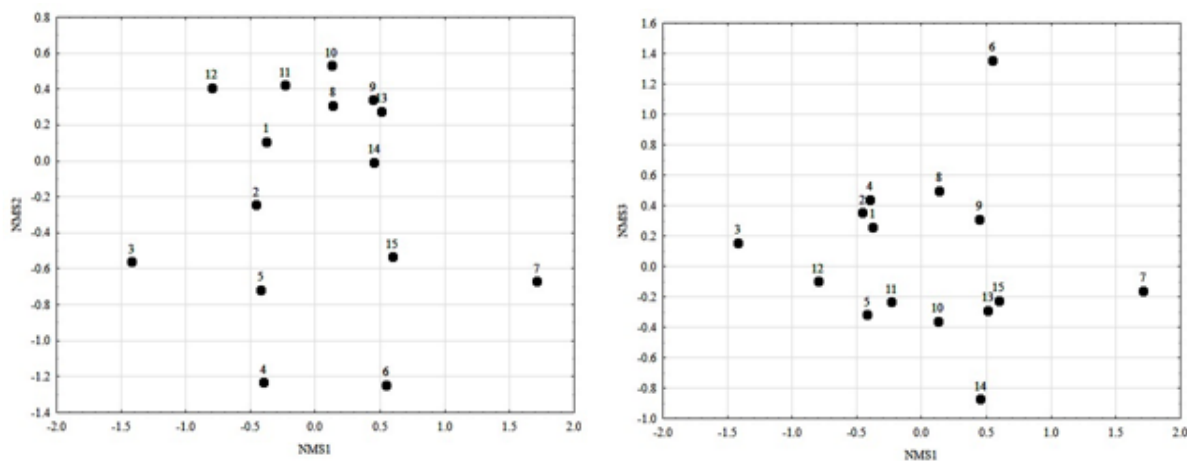


Рис. 6 Ординация растительности Челябинского городского бора в пространстве осей многомерного шкалирования (NMS1, NMS2 и NMS3 – оси шкалирования, нумерация сообществ соответствует нумерации в тексте)

Как видно из результатов ординации, для сообществ бора наблюдается несколько рядов ценотического замещения: 1) связанный с первой осью ряд от опушечно-полянных комплексов через сосняки и березняки до ильмовников; 2) два «параллельных» ценотических ряда, отличающихся по первой оси шкалирования и связанных со второй осью (рис. 6 слева): а) от сосняков ивняковых через ильмовники, березово-сосняки земляничные и сосняки будровые к соснякам костяничным и б) от березняков и сосняков кисличных, через сосняки земляничные к соснякам толкнянковым и костяничным; 3) слабовыраженный ряд, связанный с третьей осью (рис. 6

справа) от сосняков будровых, через компактную группу остальных сообществ к березово-соснякам ивняковым.

Интерпретация осей шкалирования в фитоиндикационных шкалах (табл. 3) позволяет связать выделенные ценотические ряды с ведущими экологическими факторами. Так первый ряд связан со сменой режима освещенности под пологом леса от полуосветленного к полутеневому и типа увлажнения от более аридного к более гумидному. Эти смены определяются, в первую очередь, разным типом экологической структуры древостоев лесных экосистем [1]. Два ценотических ряда по второй оси ординации различаются по условиям освещенности под пологом (первая ось) и определяются как ряды замещения биотопов более влажных с переменным увлажнением на менее кислых богатых солями и азотом менее аэрированных почвах на биотопы кислых бедных хорошо аэрированных почв с более сухим и контрастным увлажнением. Наконец, третий ряд замещения связан с низкими температурами в зимний период.

Таблица 3

Идентификация осей многомерного шкалирования сообществ Челябинского городского бора

Оси	Режимы факторов											
	hd	fh	rc	sl	Ca	nt	ae	tm	om	Kn	Cr	lc
NMS1	0,28	-0,07	0,09	-0,33	-0,20	0,07	0,28	0,22	0,56	-0,24	-0,18	-0,73
NMS2	-0,52	-0,52	-0,45	-0,45	0,26	-0,77	-0,68	-0,50	0,22	0,30	-0,26	-0,01
NMS3	0,07	0,10	0,07	0,18	-0,07	0,16	0,18	0,28	-0,26	-0,18	0,41	0,24

Примечание: полужирным выделены статистически значимые величины тау-Кендалла, расшифровка режимов в тексте

Ординация биотопов выделенных сообществ в пространстве фитоиндикационных шкал (табл. 4) показала, что в среднем биотопы бора характеризуются несколькими режимами абиотических факторов.

Фитоиндикация биотопов Челябинского городского бора (баллы)

Ассоциация	Режимы факторов											
	hd	fh	rc	sl	Ca	nt	ae	tm	om	Kn	Cr	lc
1	11,2	6,3	7,5	7,1	7,2	5,3	6,4	8,2	12,9	8,9	7,6	7,2
2	11,3	6,4	7,5	7,4	6,8	5,7	6,5	7,9	12,7	9,3	7,5	7,2
3	11,2	6,4	8,0	7,7	7,3	5,8	6,5	8,2	12,0	8,9	7,7	7,4
4	12,2	7,0	7,4	7,5	6,6	6,3	7,7	8,2	12,8	8,6	7,9	7,2
5	11,8	6,7	7,4	7,2	6,7	6,0	7,1	8,1	12,8	8,9	7,4	7,0
6	14,4	6,3	7,6	6,9	6,1	5,9	9,4	8,2	13,0	8,9	7,5	7,0
7	12,6	6,8	7,4	6,6	6,8	5,7	7,8	8,1	13,3	8,2	7,8	6,1
8	11,2	6,3	7,1	6,9	7,0	5,4	6,5	8,1	13,1	8,7	7,6	7,0
9	11,7	6,0	7,2	6,6	6,6	5,2	6,8	7,9	13,1	8,9	7,3	6,7
10	11,2	6,4	7,3	6,8	7,0	5,1	6,2	7,9	13,0	9,1	7,4	6,7
11	11,0	6,2	6,9	6,3	6,7	4,6	6,2	7,8	13,4	9,1	7,4	7,0
12	11,3	6,2	7,4	6,7	6,9	5,0	6,4	7,9	12,8	9,1	7,7	7,2
13	11,3	6,1	7,4	6,7	6,9	5,4	6,5	8,2	13,2	9,1	7,4	6,5
14	11,7	6,2	7,5	6,7	6,7	5,8	6,9	8,0	13,3	9,0	7,2	6,4
15	11,3	6,4	7,6	6,9	6,9	5,4	6,8	8,2	13,0	8,8	7,6	6,8
Среднее	11,4	6,3	7,3	6,9	6,8	5,4	6,7	8,0	13,0	9,0	7,5	6,9

Примечание: Нумерация сообществ соответствует нумерации в тексте, расшифровка режимов в тексте

Выделяющиеся режимы абиотических факторов:

- режим почвенного увлажнения сухолесолуговой преимущественно атмосферного типа с умеренно переменным увлажнением, полным промачиванием весной и небольшим дефицитом увлажнения во второй половине лета;
- слабокислые достаточно богатые солями бедные минеральным азотом умеренно аэрированные почвы с незначительным содержанием карбонатов;
- климатопы суббореально-неморального переходного типа резко континентальные семигумидного типа с умеренно суровыми зимами с полуосветленным режимом освещенности.

Указанные режимы соответствуют определенным в рамках предыдущих исследований экологическим режимам биотопов бора [7,11] и являются характерными для сосняков кисличных и пырейно-земляничных,

березово-сосняков и сосняков земляничных и осиново-сосняков лекарственнокупеновых.

Специфическими показателями экологических режимов биотопов отличается опушечно-полянная кострово-мятликово-овсяницева ассоциация. Выделенные лесные ассоциации характеризуются следующими особенностями биотопов:

- сосняк шиповниково-земляничный – наиболее резкими амплитудами колебаний температур;
- березняк кисличный – наибольшими показателями переменности увлажнения, содержания азота в почве и самыми мягкими зимними температурами;
- березово-сосняк пятитычинковоивняковый – наибольшими показателями почвенного увлажнения (сыролесолуговой) на слабо аэрированных почвах с наименьшим содержанием кальция;
- ильмовник хвощевый – полутеневой экологической структурой древостоя и наименее резкими амплитудами колебаний температур;
- сосняки костянично-земляничный и землянично-лекарственнокупеновый – наименьшими показателями переменности увлажнения;
- сосняк костяничный – наиболее аэрированные эдафотопы;
- сосняк толокнянковый – наименьший режим почвенного при наибольшем режиме атмосферного увлажнения, наиболее кислые, бедные солями и азотом наиболее аэрированные эдафотопы;
- сосняк будровый – самые жесткие зимние температуры.

Таким образом, ординация выделенных ассоциаций в пространстве абиотических факторов показала специфичность формирования биотопов бора. Это дополнительно подтверждается результатами дискриминантного анализа в эколого-ценотическом пространстве. Правильность классификации биотопов выделенных ассоциаций составила 92,7 % при 100 % правильности для большинства ассоциаций. Наименее специфичные биотопы

определяются для сосняков костяничных (50 %), которые близки к биотопам сосняков землянично-лекарственнокупеновым. Ведущими факторами, определяющими специфику биотопов, по результатам дискриминантного анализа являются ценотические (оси NMS) и режимы освещенности и атмосферного увлажнения (тип экологической структуры древостоя), а также режимы почвенной аэрации и амплитуда колебаний температур.

Ординация биотопов в эколого-ценотическом пространстве (рис. 7) подтверждает наличие рядов ценотического и биотопического замещения.

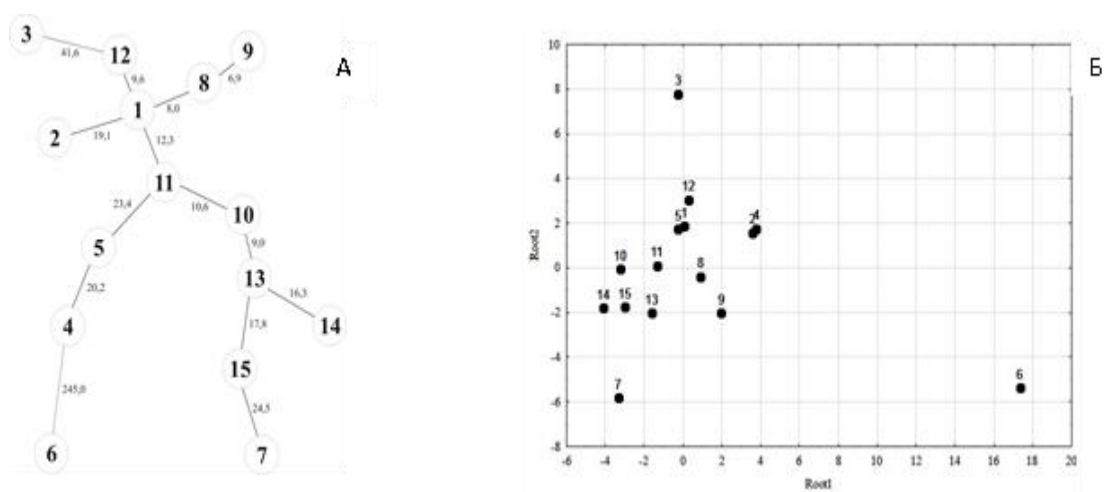


Рис. 7 Ординация растительности Челябинского городского бора в эколого-ценотическом пространстве: А – расстояния Махаланобиса (показан квадрат расстояния), Б – первых осях дискриминантного анализа (Root1 и Root2), нумерация сообществ соответствует нумерации в тексте

Так, ординация в пространстве расстояния Махаланобиса, выполненная методом максимального корреляционного пути или корреляционных плеяд [15], показала наличие трех биотопических центров (рис. 7, А): во-первых, сосняков пырейно- и костянично-земляничных, во-вторых, сосняков костяничных и землянично-лекарственнокупеновых и, в-третьих, слабо выраженный центр березняков и сосняков кисличных. Фактически же, выделенные лесные ассоциации формируют один ряд ценотически-биотопического замещения (рис. 7, Б), определяемый режимами освещенности и атмосферного увлажнения или сменой типов экологической структуры древостоя. Специфической ценотической структурой характеризуются травянистые ассоциации опушечно-полянных комплексов (6).

1.3 Синантропизация флоры Челябинского городского бора

Антропохорные миграции растений и формирование растительных сообществ нового типа являются последствиями возрастания роли человека в трансформации флоры различных территорий, подверженных антропогенному влиянию.

Виды - синантропы обладают большей пластичностью (широкая экологическая валентность), чем коренные виды. Они способны заселять различные местообитания и переносить широкую амплитуду колебаний экологических факторов. Такие виды легче расселяются по территории, выживают и размножаются в различных условиях, чаще всего имеют более широкую область распространения [5]. Все это приводит к обеднению и унификации растительного мира, уменьшению стабильности и продуктивности растительного покрова .

Для изучения синантропизации в Челябинском городском бору было заложено 55 пробных площадок, площадь которых зависит от однородности выделенного сообщества. Были разработаны и выполнены карты-схемы пробных площадок в городском бору.

Изучив подробно 55 площадок, мы составили список всех растений городского бора. Из всего перечня растений (111 видов) было выделено 35 синантропных видов растений.

Список синантропных видов: Болиголов пятнистый (*Conium maculatum* L.); Будра плющевидная (*Glechoma hederacea* L.); Василек шероховатый (*Centaurea scabiosa* L.); Василистник малый (*Thalictrum minus* L.); Герань луговая (*Geranium pratense* L.); Горошек мышиный (*Vicia cracca* L.); Мать-и-мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.); Звездчатка средняя (*Stellaria media* (L.) Vill.); Икотник серый (*Berteroa incana* (L.) DC.); Костёр полевой (*Bromus arvensis* L.); Крапива двудомная (*Urtica dioica* L.); Кровохлёбка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.); Лапчатка гусиная

(*Potentilla anserina* L.); Лапчатка серебристая (*Potentilla argentea* L.); Лопух большой (*Arctium lappa* L.); Лопух войлочный (*Arctium tomentosum* Mill.); Лянянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.); Лютик едкий (*Ranunculus acris* L.); Одуванчик аптечный (*Taraxacum officinale* Webb. ex Wigg.); Очиток пурпурный (*Sedum purpureum* L. Schuit); Паслен сладко-горький (*Solanum dulcamara* L.); Пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.); Пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.); Подорожник большой (*Plantago major* L.); Подорожник ланцетолистный (*Plantago lanceolata* L.); Подорожник средний (*Plantago media* L.); Полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.); Пустырник пятилопастный (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.); Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.); Хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.); Чертополох курчавый (*Cardus crispus* L.); Щавель водный (*Rumex aquaticus* L.); Щавель курчавый (*Rumex crispus* L.); Яснотка белая (*Lamium album* L.); Ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum* L.).

По полученным данным были выполнены карты-схемы количественного распространения синантропных видов на исследуемой территории (см. рис.8 и рис.9).

Общее распространение синантропных растений на всей территории Челябинского городского бора говорит о том, что высока степень рекреационной нагрузки (количество рекреантов на территории в определенных условиях).

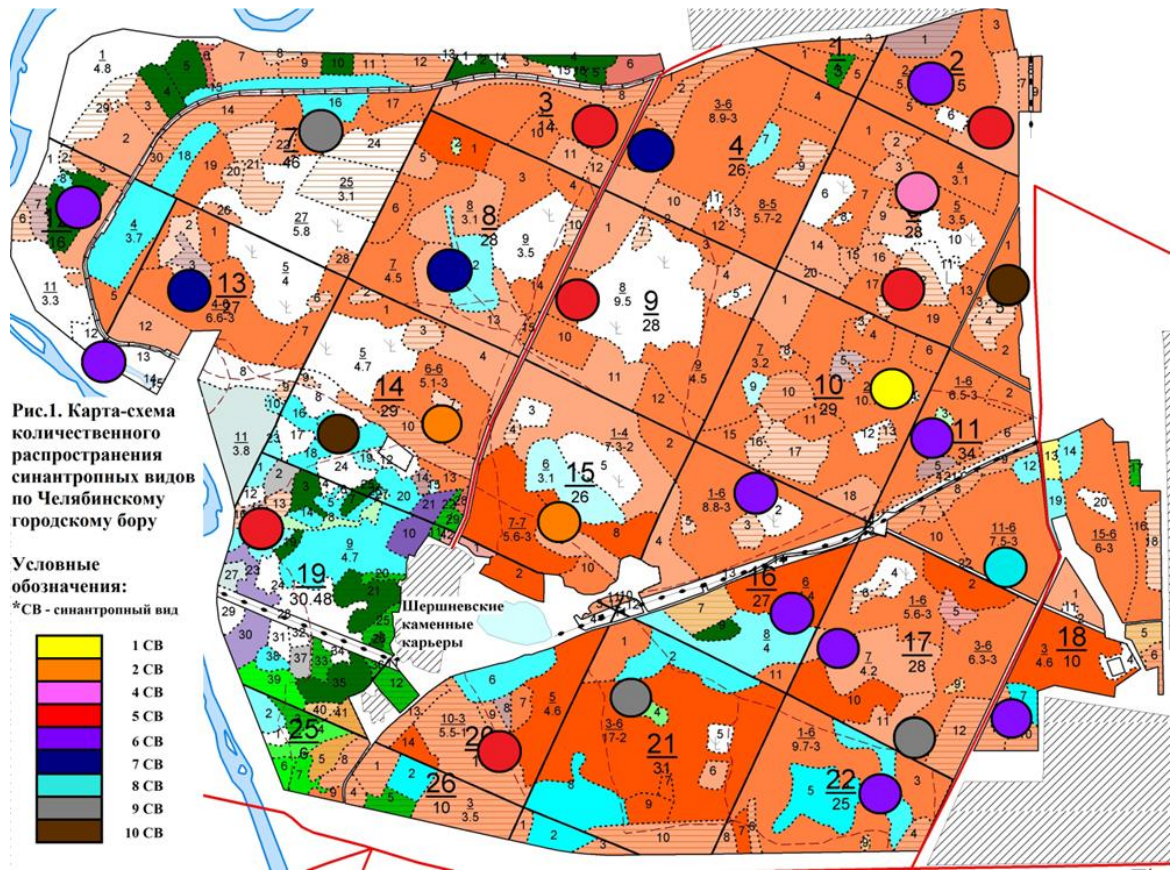


Рис.8 Карта-схема количественного распространения синантропных видов по Челябинскому городскому бору

Сравнительно редко только одна причина играет решающую роль в процессе исчезновения вида с большой территории. Напротив, несколько причин обычно действуют вместе и, возможно, при этом усиливают друг друга. Одной из главных причин является прямое разрушение жизненного пространства существования вида: это застройка территорий, распашка степей и лугов, вырубка лесов. К этой же причине примыкает создание искусственных водоемов, которое приводит к изменению гидрологического режима водоема ниже плотины [16].

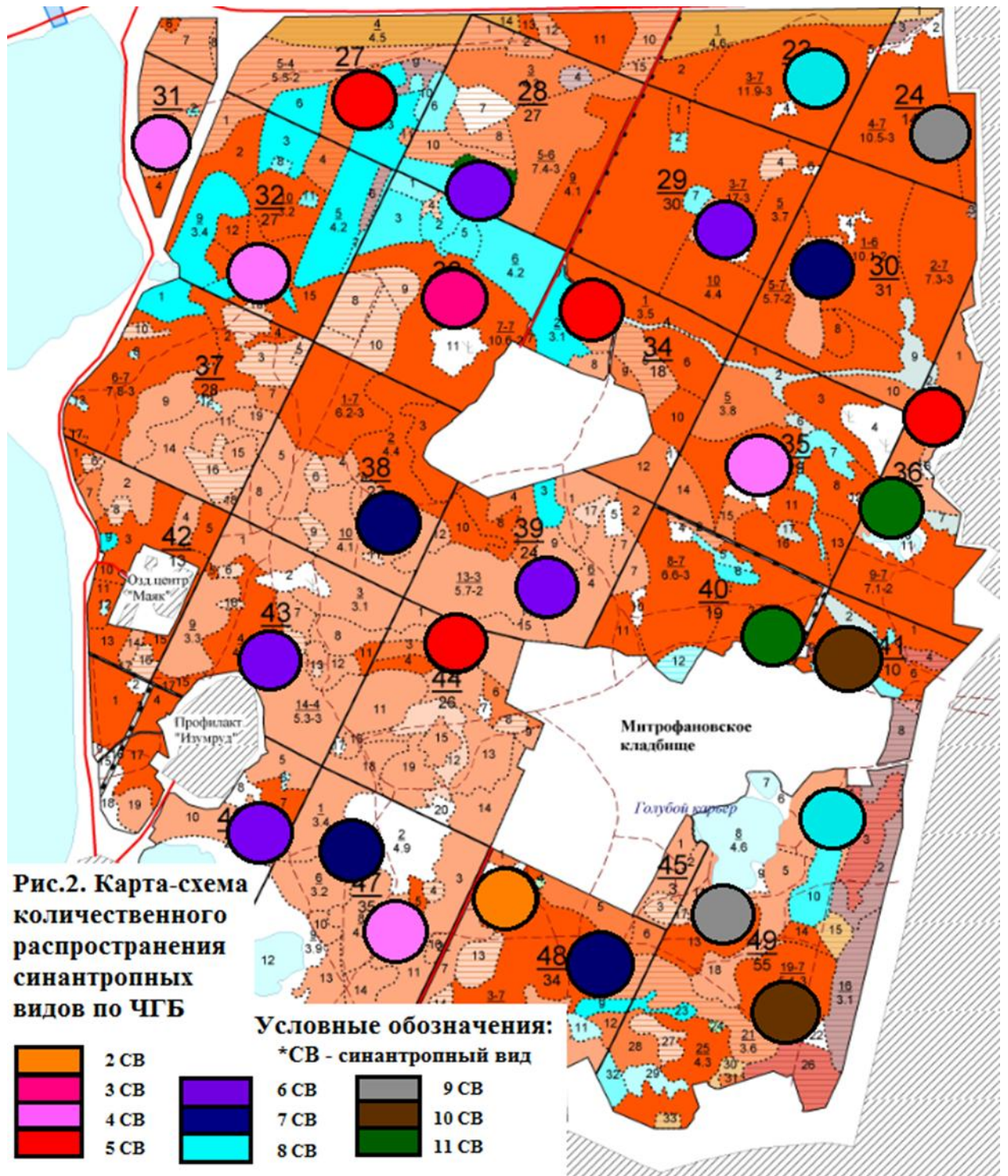


Рис.9 Карта-схема количественного распространения синантропных видов по Челябинскому городскому бору

Мы можем сделать вывод о том, что синантропные растения сосредоточены по окраинам городского бора, которые в основном смежны с проходимым асфальтированным и грунтовым покрытием – рекреационной территорией. И мы можем предположить, что вторая часть бора притерпе-

вает наименьшую рекреационную нагрузку т.к. были встречены «новые» типичные виды сосновых лесов. А так же можно заметить и другие закономерности: синантропные растения имеют малую степень распространения

- в глубине леса (вне территорий основных троп и просек)
- на труднопроходимых территориях (заболоченные участки местности, комплексы влажных местообитаний, классические заросли травяно-древесно-кустарниковые).

Оценка степени синантропизации по методу Р.И Бурды

Процентное содержание вычисляется по формуле (1):

$$X = S_{\text{вид}} / S_{\text{общ}} * 100 \% \quad (1)$$

где $S_{\text{вид}}$ – количество синантропных видов;

$S_{\text{общ}}$ – общее количество видов на площадке.

$$X = 35 / 111 * 100 \% = 31,5 \% \quad (1)$$

Степень синантропизации составила 4 балла – содержание синантропов на площадке не более 50%, т.е. очевидно их господство. Синантропы составляют основную массу растительного покрова.

В настоящее время сохраняется тенденция сокращения площади Челябинского городского бора уже посредством расширения рекреационной зоны в том числе и под строительно-инженерные нужды, а так же создания дополнительных транспортных коридоров и не только. Так же этому способствует возрастающее количество смежных землепользователей охранной зоны памятника природы, которое включает 54 объекта.

Выводы по третьей главе

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

Так в результате нашего исследования было выделено 15 растительных ассоциаций, для которых по пространственной ординации было выделено 3 ведущих фактора (освещенность, увлажнение, климат), которые в свою очередь определяют специфику формирования биотопов бора.

Но биотопы Челябинского городского бора практически не отличаются по режимам абиотических факторов т.к системность факторов со сменой типов экологической структуры древостоя объясняется ценотическими особенностями сложившихся лесных сообществ и внутриценотическими биотическими взаимодействиями.

Так травянистые ассоциации опушечно-полянных комплексов имеют свою специфику ценотической структуры, но особенностью внутрибиотических взаимодействий является натурализация и вытеснение из ценозов классических борových видов и внедрение опушечно-луговых, сорных и синантропных видов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание высокоэффективных территориальных природно-хозяйственных систем является приоритетным направлением по развитию и управлению территориями, которое направлено на оптимизацию природопользования при сохранении устойчивости геосистем и благоприятных условий жизнедеятельности человека. Уникальность нашей исследуемой территории, которая является ценным аккумулятором и регулятором влаги и тепла, важным местом распространения многочисленных и разнообразных биоресурсов, подтверждает её направленное развитие, сохранение и изучение, так как эта территория относится лесодефицитному району лесостепной зоны.

Флористический состав и ценотическая структура растительных сообществ Челябинского городского бора характеризуется значительной антропогенной трансформацией, при которой в растительные ассоциации активно внедряются опушечно-луговые, сорные и синантропные виды, которые натурализуются и вытесняют из ценозов классические боровые виды. Синантропизация флоры исследованных сообществ бора составляет 32 %.

Методами многомерной статистики по структуре доминирования ведущих древесных и кустарниковых пород и видов травостоя определено 15 ассоциаций растительности. Выделенные ассоциации характеризуются экологически специфичными условиями формирования биотопов, структурой доминирования, константными видами и ценотической структурой, а также специфическими режимами ведущих экологических факторов.

Биотопы выделенных ассоциаций растительности Челябинского городского бора характеризуются однородными режимами экологических

факторов без значительных их колебаний. Режим почвенного увлажнения биотопов сухолесолуговой преимущественно атмосферного типа с умеренно переменным увлажнением, полным промачиванием весной и небольшим дефицитом увлажнения во второй половине лета. Эдафотопы бора преимущественно слабокислые достаточно богатые солями бедные минеральным азотом умеренно аэрированные почвы с незначительным содержанием карбонатов. Боровые климатопы резко континентальные суббореально-неморального переходного термического и семигумидного типа увлажнения с умеренно суровыми зимами и полуосветленным режимом освещенности.

Выделяется три ценоотических и биотопических центра лесной растительности бора. Формирование ценоотической структуры лесных сообществ Челябинского городского бора определяется типом экологической структуры древостоев, определяющей смены режима освещенности под пологом леса от полуосветленного к полутеневому и типа увлажнения от более аридного к более гумидному. Под влиянием этих факторов изученные ассоциации и их биотопы формируют единый ряд ценоотически-биотопического замещения. Также определяются ряды замещения биотопов и растительных ассоциаций от более влажных с переменным увлажнением на менее кислых богатых солями и азотом менее аэрированных почвах на биотопы кислых бедных хорошо аэрированных почв с более сухим и контрастным увлажнением.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бельгард, А.Л. Степное лесоведение [Текст] / А.Л. Бельгард. – М.: Лесная промышленность, 1974. – 336 с.
2. Бурда, Р.И. Антропогенная трансформация флоры [Текст] / Р.И. Бурда. – Киев: Наукова думка, 1991. – 168 с.
3. Викторов, С. В. Индикационная геоботаника: Учебное пособие. [Текст] / С.В. Викторов, Г.Л. Ремезова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. – 168 с.
4. Гриднев, Д.З. Природно-экологический каркас территории – основа принятия градостроительных решений в составе документов территориального планирования муниципальных образований [Текст] / Д.З. Гриднев // «Территория планирования» - аналитический журнал о комплексном развитии территорий. – 2011. – №1(31). – С. 96-103.
5. Захаров, В.Б., Мамонтов, С.Г., Сивоглазов, В.И. «Биология: общие закономерности» [Текст] / Захаров, В.Б., Мамонтов, С.Г., Сивоглазов, В.И.// Учебник для 10 – 11 кл. общеобразовательных учебных заведений. – М.: Школа-Пресс, 1996. – 625 с.
6. Заугольнова, Л.Б. Иерархический подход к анализу лесной растительности малого речного бассейна (на примере Приокско-террасного заповедника) [Текст] / Л.Б. Заугольнова // Ботанический журнал. –1999. – Т. 84, № 8. – С. 42–56.
7. Ильин Е.Н., Назаренко Н.Н. Биотопы лесных насаждений регионального памятника природы «Челябинский городской бор» [Текст] / Ильин Е.Н., Назаренко Н.Н.// Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. – 2017. – Т. 22. Вып. 5. – С. 896-900.

8. Казаков, Л.К. Ландшафтоведение с основами ландшафтного планирования [Текст] / Л.К. Казаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 336 с.

9. Куликов, Г.Г. Летняя учебно-производственная практика. Часть 2./ Куликов Г.Г// Основные геоботанические методы изучения растительности [Текст] / Под ред. А.К. Тимонина. – М.: Изд. Каф. Высших растений биол. ф-та Моск. ун-та, 2006. – 152 с.

10. Мейлах, Э.В. Устойчивость экосистем рекреационных лесов на примере Челябинского городского бора / Э.В. Мейлах // Молодежь и образование в XXI веке: Материалы областной межвузовской научно-практической конференции 27 апр. 2000 г. Челябинск, 2000. – С. 49 - 54.

11. Назаренко Н.Н. Разнообразие биотопов ботанического памятника природы «Челябинский городской бор» /Н.Н. Назаренко // Тобольск научный – 2018: Материалы XV Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции (г. Тобольск, 15-16 ноября 2018 г.). – Тобольск: ООО ИПЦ «Экспресс», 2018. – Т. 1. – С. 50–53.

12. Серебряков, И.Г. Экологическая морфология растений [Текст] / И.Г. Серебряков. – М.: Высшая школа, 1962. –379 с.

13. Строкова, Н.П. Городской бор [Текст] / Н.П. Строкова// Челябинск. Энциклопедия. – Челябинск, 2001. – 1075 с.

14. Сысоев, А.Д. Челябинский бор [Текст] / А.Д. Сысоев // Челябинский отдел геогр. о-ва СССР, Челябинский областной Совет общества охраны природы. – Челябинск: Южно-Уральское кн. изд-во, 1968. – 47 с.

15. Терентьев, П.В. Метод корреляционных плеяд [Текст] / П.В. Терентьев // Вестник Ленинградского государственного университета. – 1959. – № 9. – С. 137–141.

16. Харитоновна, О.В. Синантропизация растительного покрова заповедных территорий в градиенте высотной поясности (например Печоро-Ильчского биосферного заповедника): автореф. дис. канд. биол. наук / Ха-

ритонова, О.В.; Институт экологии растений и животных УрО РАН. - Екатеринбург, 2008.- 23с.

17. Гарант: информационно-правовое обеспечение: Постановление Правительства Челябинской области от 15 февраля 2007 г. N 27-П "Об утверждении положений о памятниках природы Челябинской области Челябинский (городской) и Каштакский боры" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/8701294/687e7228665f12ee6ad8dac3120bf4ed/>, свободный. – Заглавие с экрана.

18. КонсультантПлюс: справочно-правовая система: . Постановление Губернатора Челябинской области от 26.12.2008 N 410 (ред. от 27.01.2015) "О лесном плане Челябинской области" (вместе с "Лесным планом Челябинской области" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc&base=RLAW169&n=46673&dst=109017#08509049469956769>, свободный. – Заглавие с экрана.

19. Сайт информационно-аналитической системы «Особо охраняемые природные территории России» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://oort.aari.ru/>, свободный. – Заглавие с экрана.

20. Сайт информационного портала для обмена информацией, касающейся Челябинского городского бора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://chelgorlesopark.ucoz.ru/>, свободный. – Заглавие с экрана.

21. Сайт «Южно-Уральская погода» [Электронный ресурс]. – Ч.: Челябинский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала ФГБУ «Уральское УГМС», 2006. – Режим доступа: <http://chelpogoda.ru/>, свободный. – Заглавие с экрана.

ПРИЛОЖЕНИЕ

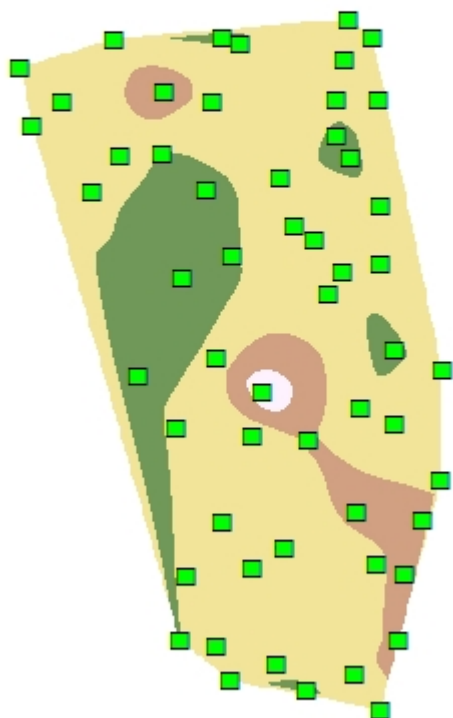
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Однородность биотопов по режиму почвенного увлажнения




ПРИЛОЖЕНИЕ 2





Однородность биотопов по режиму переменного почвенного увлажнения



Условные обозначения

 площадки геоботанических описаний

Типы режима (биотопы)

 r+ (режим слабого ППУ)
 +s (р.промежуточный м/д р.слабого и умеренного ППУ)
 s+ (режим умеренного ППУ)
 +t (р.промежуточный м/д р.умеренного и сильно ППУ)

Сокращения:

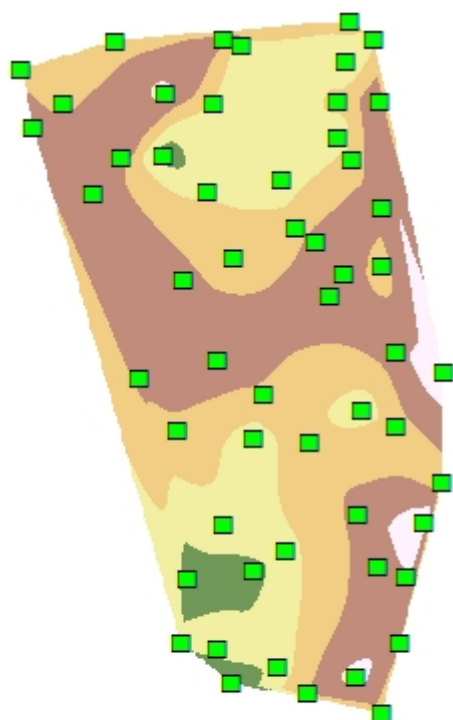
р. - режим, режимы

ППУ - переменное почвенное увлажнение


м/д - между

ПРИЛОЖЕНИЕ 3






Однородность биотопов по азотному режиму почв



Условные обозначения

 площадки геоботанических описаний

Типы режима (биотопы)

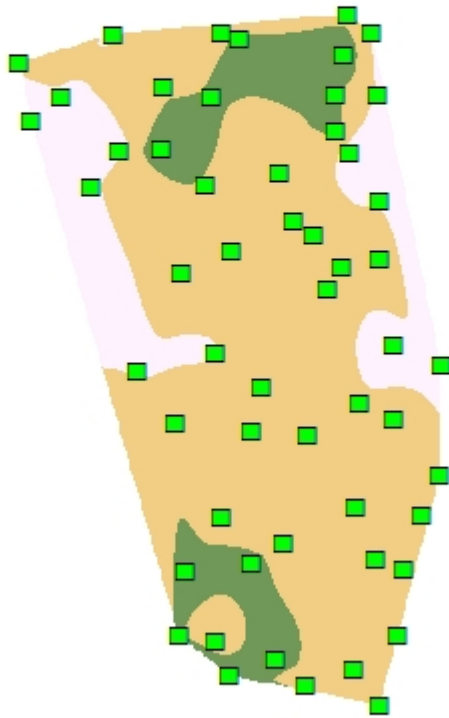
-  k+ (режим очень бедных азотом почв)
-  +l (р.промежуточный м/д р.очень бедных и бедных АП)
-  l+ (режим бедных азотом почв)
-  +m (р.пром. м/д р.бедных и достаточно обеспеченных АП)
-  m+ (режим достаточно обеспеченных азотом почв)

Сокращения:


р. - режим, режимы
 м/д - между
 АП - азотом почв
 пром. - промежуточный

ПРИЛОЖЕНИЕ 4


Однородность биотопов по кислотному режиму почв





Условные обозначения

 площадки геоботанических описаний

Типы режима (биотопы)

 +d (р.пром. м/д кислыми и слабокислыми почвами)

 d+ (режим слабокислых почв)

 +e (р.пром. м/д слабокислыми и нейтральными почвами)

Сокращения:

р. - режим

пром. - промежуточный

м/д - между