



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

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ, БИОЛОГИИ И ХИМИИ

**Комплексная оценка лесных биотопов окрестностей
села Костыгин Лог**

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

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

Проверка на объем заимствований:

64,8 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

«23 » 05 2025 г.

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

(название кафедры)

Малаев А. В.

Выполнила:

Студент(ка) группы ОФ-423/058-5-1
Урбан Ксения Владимировна

Урбан

Научный руководитель:
профессор, д-р биол. наук

Назаренко Назар Николаевич

Челябинск

2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	2
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСНЫХ БИОТОПОВ	4
1.1 Изучение растительности методом пробных площадей	4
1.2 Фитоиндикация биотопов и оценка растительного покрова.....	7
1.3 Методы многомерной статистики в изучении растительности	16
1.4 Экологическое картографирование как метод пространственного отображения фитоиндикации	23
Выводы по первой главе.....	26
ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНЫХ МАССИВОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ С. КОСТЫГИН ЛОГ	28
2.1 Лесорастительное районирование Курганской области	29
2.2 Древесно-кустарниковая растительность Зауралья	31
2.3 Деревья	32
2.4 Кустарники	33
2.5 Кустарнички	34
Выводы по второй главе.....	34
ГЛАВА 3. ФЛORA И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ОКРЕСТНОСТЕЙ С. КОСТЫГИН ЛОГ	36
3.1 Анализ флоры окрестностей с. Костыгин Лог	36
3.2 Геоинформационное картографирование лесной растительности и лесорастительных условий окрестностей с. Костыгин Лог	42
3.3.Комплексная оценка лесных биотопов окрестностей с. Костыгин Лог	46
Выводы по третьей главе	60
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	62
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	64
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Таксационное описание лесных биотопов окрестностей с. Костыгин Лог	68

ВВЕДЕНИЕ

Южное Зауралье является одним из наиболее густонаселенных и освоенных сельским хозяйством регионов Западной Сибири. Хозяйственная деятельность, ставшая одним из ведущих экологических факторов, привнесла значительные изменения в картину распределения растительного покрова Южного Зауралья.

На территории области простираются берёзовые и осиновые рощи, богатые высокими породами деревьев. В отдельных районах произрастают дикие ягоды, такие как вишня, земляника, брусника, клубника и костянка. Лесные массивы радуют обилием грибов. Среди часто встречающихся можно выделить: белый гриб, сухие грузди, подосиновики, рыжики, подберезовики, сыроежки. Реже в лесах можно встретить волнушку. Растения в этом краю действительно поражают разнообразием.

Актуальность работы заключается в том, что комплексная оценка лесных биотопов окрестностей с. Костыгин Лог с использованием современных методов анализа биотопов на основе фитоиндикации и многомерной статистики была проведена впервые.

Целью исследования была комплексная эколого-ценотическая оценка лесных насаждений, и анализ экоморф лесных экосистем окрестностей с. Костыгин Лог.

Задачи данной работы являются:

1. Проведение геоботанических обследований лесных массивов окрестностей с. Костыгин Лог.
2. Комплексная оценка фиторазнообразия и биотопов лесных экосистем окрестностей с. Костыгин Лог.
3. Фитоиндикация и экологическая паспортизация биотопов и флоры лесных экосистем окрестностей с. Костыгин Лог.

Объект исследования – лесные экосистемы окрестностей с. Костыгин Лог.

Предмет исследования – растительность и биотопы лесных экосистем окрестностей с. Костыгин Лог.

Практическая значимость заключается в том, что практические материалы могут быть использованы для школьников, а также для краеведения и природоохранных предприятий.

Научная новизна состоит в том, что за последние 5 лет материалов по обследованию лесного участка не обнаружено.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСНЫХ БИОТОПОВ

1.1 Изучение растительности методом пробных площадей

Описание фитоценозов проводят на пробных площадях, размеры которых неодинаковы для различных сообществ. При исследовании лесов принято закладывать пробные площади размером 400 м^2 ($20 \times 20\text{ м}$), а травянистой растительности (луговых и болотных сообществ) – 100 м^2 ($10 \times 10\text{ м}$). Пробные площади следует разбивать в наиболее типичных однородных местах в пределах характеризуемого фитоценоза.

Описание фитоценоза ведётся в определённой последовательности на специальных бланках геоботанического описания.

Название ассоциации даётся по доминирующими видам. Доминантами называют виды, преобладающие в фитоценозе. Для лесных ассоциаций – по доминантам каждого яруса, начиная с древесного. Если в ярусе имеется несколько доминантов, то при наименовании ассоциации (наиболее часто) они соединяются знаком «+» и преобладающий из них ставится на первое место. Доминанты разных ярусов – знаком «–». Например, асс. Сосна обыкновенная – Орляк обыкновенный. Такой способ применим и для полидоминантных ассоциаций лугов.

Характеризуя почву, необходимо указывать ее тип (серая лесная, подзолистая и др.); гранулометрический состав (песчаная, супесчаная, слабо-, средне-, тяжелосуглинистая, глинистая); степень увлажнения (сухая, влажноватая, влажная, сырая, мокрая).

Описание ярусов. Ярусы – самые крупные структурные части вертикального строения фитоценоза. Каждый ярус занимает определённую экологическую нишу. Благодаря ярусности большое количество видов растений наиболее полно используют среду обитания. В древесных насаждениях первый ярус образуют главная и второстепенные древесные породы древостоя, второй ярус – подлесок – образуют кустарники и

древесные породы, по различным причинам не способные достигнуть высоты древостоя, третий ярус – живой напочвенный покров (травянистые растения, полукустарнички, мхи, грибы, покрывающие почву под пологом леса). Ярус – понятие не только морфологическое, но и экологическое, и фитоценотическое. Согласно такому пониманию яруса один и тот же вид не может входить в разные ярусы. Если в лесу деревья одного вида имеют разную высоту из-за молодости или угнетённости, то их выделяют в разные пологи. Для травянистых растений высота ярусов определяется по максимальной высоте входящих в него растений. Когда ярусы выделить сложно, достаточно отметить верхний уровень той части травостоя, выше которой густота травостоя резко падает. Последнее особенно важно при хозяйственной оценке сенокосов и пастбищ [3].

Ярусы обозначаются римскими цифрами. Высота деревьев и кустарников даётся в метрах, травянистых растений и кустарничков – в сантиметрах.

Горизонтальную неоднородность фитоценоза отражает мозаичность. Элементами мозаичности являются микрогруппировки микрофитоценозов, характеризующие структурные единицы фитоценоза в пределах одного яруса.

При описании древостоев определяют роль каждой породы в лесном фитоценозе и выражают в виде формулы древостоя по десятибалльной шкале. Общее число стволов на пробной площади принимают за 10 баллов (что соответствует 100 %), участие каждой породы в смешанных насаждениях оценивают в долях от 10. Древесные породы обозначаются в формуле первыми буквами своего наименования (Е – ель, Д – дуб, Ол – ольха и т.д.). Коэффициенты, стоящие перед названием древесных пород, показывают относительное участие их в древостое. Например, формула 8С2Б означает, что древостой на 80 % образован сосной и на 20 % – берёзой.

Обилие. Для оценки ценотической роли вида в фитоценозе большое значение имеет определение его обилия, т.е. количества вида. Обилие вида может быть выражено числом особей каждого вида на единицу площади, массой органического вещества (биомассой). Обилие видов травянистых растений характеризует шкала, предложенная датским ученым О. Друде в интерпретации А. А. Уранова.

Более точно в растительном сообществе можно определить проективное покрытие, характеризующее величину проекции надземных частей растений, выраженное в процентах. Точность определения проективного покрытия должна быть не менее 5 %. Проективные покрытия для травянистых растений – это фактически тоже, что и сомкнутость крон для древесного и кустарникового ярусов. Проективные покрытия служат показателем борьбы растений за свет, а также за влагу, питательные вещества и пространства.

Сомкнутость крон – площадь, занятая проекциями крон деревьев без учета просветов внутри крон. Степень сомкнутости крон определяют глазомерно в десятых долях от единицы или в процентах. Так, степень сомкнутости крон равная 0,6 означает, что на долю проекции крон приходится 0,6, а на долю просветов 0,4 всей площади, при этом просветом считается пространство, в котором можно разместить еще одну или несколько крон деревьев.

Возобновление древостоя включает всходы и подрост. Всходы – одно-, двухлетние деревца высотой до 10 см, а более высокие, но не выше $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{2}$ высоты взрослых деревьев, – подрост. Изучение всходов и подроста позволяет определить степень обеспеченности естественного возобновления, устойчивости или возможной смены древесных пород [10].

Аспект (физиономическая характеристика) – это внешний вид (физиономичность) фитоценоза. Аспект сообщества неоднократно меняется на протяжении вегетативного периода и зависит от фенологического состояния доминирующих видов растений. Этот признак

выражается исключительно словесными описаниями преобладающего цвета. Названия аспектам даются по окраске аспективных видов. Например, аспект желтый, вызванный массовым цветением лютика едкого, или аспект зеленый в случае преобладания вегетирующих злаков.

Фенологическое состояние растений выражается в фенофазах.

В графе «общие замечания» желательно показать заключение об изучаемом фитоценозе, отметить его специфику, основные особенности видового состава и структуры. Так, для производных лесных ценозов важно указать, насколько велика степень нарушенности, в чем она проявляется, имеется ли тенденция к восстановлению коренных пород. При описании луговых фитоценозов следует отметить кормовые достоинства травостоя и влияние хозяйственной деятельности человека. Заканчивая характеристику болотных сообществ, обязательно надо подчеркнуть, к какому типу болота относится данный фитоценоз [4].

1.2 Фитоиндикация биотопов и оценка растительного покрова

К числу методов, используемых в фитоиндикации, относят статистические методы, методы экологических групп и метод экологических шкал.

Методы фитоиндикации выполняются в полевых или лабораторных условиях. Основными являются: метод эталонов и метод экологических профилей.

1. Метод эталонов или эталонных участков

Для выявления в полевых условиях видов-индикаторов и растительных сообществ-индикаторов применяют метод эталонов или эталонных участков. Эталонный участок – это участок с естественной растительностью, являющейся образцом (эталоном) определенных условий и сопряженных с ними растительных сообществ [7].

Существуют два пути выбора эталонных участков. Первый путь выбора эталонных участков, это когда участок выбирается на месте, если

заранее известны условия, для которых надо установить растительные индикаторы. Это участки с хорошо изученными геологическим строением, типами почв, или участки буровых скважин, родников, колодцев и др.

Второй путь, когда участок выбирается по характеру растительности, т.е. выбирается участок какого-либо растительного сообщества и устанавливается индикационное значение. После описания растительности производиться выявление индицируемых условий. Второй путь необходим для установления почв по характеру растительности, т.к. почвенный покров развит повсеместно, то остается установить, к каким типам, подтипам и разностям почв тяготеют растительные сообщества.

Размеры эталонных участков устанавливают по естественным границам или описывают площадку стандартного размера. Площадки должны быть по возможности однородными в отношении внешних условий, а сообщество должно выглядеть гомогенным. Так же величина площади зависит от типа растительности: для травянистых сообществ – 25-100 м², а для лесных – 400-2000 м².

После того как эталонный участок выбран, указывают его местоположение и описывают растительное сообщество. Для лесных сообществ указывают их распределение по ярусам. Для каждого вида указывается степень обилия (проективного покрытия в процентах). Обычно используют шкалу Ж. Браун-Бланке или Л. Г. Раменского. Учитывают жизненность видов, характер произрастания и др. Таким образом, на участке осуществляется полное геоботаническое описание растительного сообщества. Более подробно методика геоботанических описаний дана в литературе по геоботанике и фитоценологии [7].

Метод эталонов позволяет установить наличие связей между индикаторами и определенным объектом индикации, но эти связи остаются изолированными, и не отражают внутриландшафтные связи.

2. Метод экологического профилирования

Метод экологического профилирования используют для выявления индикационных зависимостей в общей системе внутриландшафтных связей.

По определению Д. Д. Вышивкина, ключевой участок – это участок, характеризующий типичное, постоянно повторяющееся в данном районе сочетание нескольких растительных сообществ с типичными условиями рельефа, почв и других компонентов физико-географической среды [7].

Существует несколько способов определения ключевых участков. Наиболее эффективным способом является выделение ключевого участка путем дешифрирования аэрофотоснимков. Первым этапом, производится предварительное камеральное дешифрирование. Исследователь просматривает аэрофотоснимки с изображением территории, и обводит тушью границы всех видимых контуров, различающихся по характеру аэрофоторисунка. На этом этапе определяется количество типов аэрофоторисунков на территории будущих работ, при этом каждый тип аэрофоторисунка изображает собой определенное сообщество или комплекс сообществ.

Выбор ключевых участков производится с расчетом, чтобы типы были представлены в 3-5 кратной повторности. Обычно избирают несколько участков. Выбор ключевых участков по аэрофотоснимку обеспечивает их наибольшую типичность.

Второй способ выбора ключевых участков при помощи крупно- или среднемасштабных топографических карт, используя указанные на них типы территорий (лесные насаждения, кустарниковые заросли, луга, болота, солончаки и др.). В каждом из типов следует выбирать от пяти до десяти участков – длинных полос, пересекающих контуры, внутри которых они выбираются. Однако, выбор ключевых участков по топографическим картам очень неточен и его можно использовать только тогда, когда отсутствуют аэрофотоснимки.

На ключевых участках производятся геоботанические описания. Пробными площадями должен характеризоваться каждый фитоценоз, находящийся на ключевом участке. Возле пробной площади составляется почвенный разрез. Кроме пробных площадей описывается профиль, который прокладывается вкrest рельефу участка. Цель профиля – отразить распределение сообществ по рельефу.

Чтобы уменьшить число пропусков растительных сообществ и выявить экологические ряды фитоценозов изучаемая территория пересекается несколькими профилями. При работе участки растительных сообществ, которые были уже встречены на ключевых участках, описываются только в геоботаническом отношении, а те сообщества, которые ранее не встречались, описываются с той же степенью детальности, как и на ключевом участке (с почвенным разрезом или скважиной ручного бурения).

При профилировании особое внимание обращается на границы между сообществами, на присутствие между ними промежуточных переходных полос (экотонов). В конечном счете, на профиле отображаются рельеф (в определенном масштабе), растительность (обычно внemасштабными значками), почвы и подстилающие их породы, первый от поверхности горизонт подземных вод (при неглубоком их залегании). Ниже линии профиля под отрезками, отвечающими определенным растительным сообществам, вычерчиваются после получения результатов почвенных и гидрохимических анализов диаграммы, отражающие свойства почв, горных пород и подземных вод [7].

Заключительным этапом является обработка всех результатов исследования. Геоботанические описания группируются по сообществам, а также группируются данные анализов почв, горных пород и подземных вод. Для каждого сообщества вычисляются характеристики значения как индикатора – достоверность, значимость в отношении к определенному индикатуру. Затем составляется сводная таблица (индикационная схема).

В ней растительные сообщества располагаются в определенном порядке. Против каждого сообщества в соответствующих графах указываются характеризующие показатели, и его итоговая оценка.

В 60 гг. XX в. в нашей стране фитоиндикация получила широкое распространение. По растительности оценивали эдафические условия, засоление, динамику природных процессов и т.д. Но оценка связи растительности и среды проводилась без статистических методов.

А. А. Ниценко раскрыл ошибочность такого подхода и четко показал, что для вывода об уровне связи растительности и среды нужна статистика, массовый материал, изучение вариаций среды в пределах сообществ одной ассоциации (одного типа фитоценоза) [11].

Для оценки достоверности индикатора, С. В. Викторов и др. предложил эвристический показатель. Более объективные результаты получают при использовании коэффициентов сопряженности индикаторов и объектов индикации.

С. Г. Розенберг разработал строгий подход к оценке среды по растительности с использованием распознавания образов с помощью ЭВМ. Распознавание образа ведется с помощью правила близости.

При использовании этого метода требуются сведения о факторах среды, полученные прямыми наблюдениями. Эти сведения о классах среды и задаются в виде классов обучения. В компьютер вводили несколько наборов геоботанических описаний, причем каждый набор соответствовал определенному классу условий среды. Например, вводились описания для почв (в условиях Башкирии) с засолением (т.е. с общим содержанием солей в процентах в почве) – 0,50-1,00 %, 1,01-1,50 % и т.д. Когда вводили новое описание, то компьютер сопоставлял с ранее введенными группами и определял, к какой группе оно наиболее близко.

Многократные проверки этого метода показали, что градации среды по растительности можно распознать немного. В нашем примере, засоление почвы по растительности распознается в 4 градациях: 0-0,50 %,

0,51-1,00 %, 1,00-2,00 % и выше 2 %. Скелетность почвы (количество щебня в %) в условиях склоновых степей в Монголии распознавалось по растительности лишь в двух градациях – до 30 % и выше этого порога. В дальнейшем независимо от того, было ли щебня 40-50 %, растительность сохранялась примерно одинаковой.

В фитоиндикации используют количественные методы оценки индикаторности видов, позволяющие оценить индикаторную информированность каждого вида, отобрать наиболее информативные из них и оптимизировать оценку среды по растительности.

Каждый вид растения имеет свою экологическую амплитуду, в пределах которой могут существовать и оптимальные значения экологических факторов, в наибольшей мере соответствующие его биологическим особенностям.

В настоящее время разработаны количественные методы оценки тесноты связи видов с экологическими факторами.

Измерить тесноту связи или силу влияния фактора можно различными способами. Тесноту связи признака с фактором можно определить, как долю факториального варьирования от общего варьирования:

В настоящее время разработаны количественные методы оценки индицируемости градиентов, которые позволяют оценить, насколько индицируемый фактор среды значим для варьирования растительности. Обычно используются методы, опирающиеся на результаты прямой ординации оценки условий среды.

1. Метод экологических групп

Провести индикацию местообитаний растительных сообществ можно с помощью экологических групп видов, которые более или менее четко определяют факторы местообитания. Понятие «экологическая группа» было предложено Е. Вармингом. Термин «экологическая группа» используется для обозначения группы видов по отношению к одному

ведущему фактору среды. Это экологические типы растений: мезофит, ксерофит, гигрофит и др. [7].

Экологическая группа объединяет виды, поведение которых в значительной мере однородно по отношению к комбинации факторов среды, или только к одному из них. В таком понимании термин был предложен Г. Элленбергом и Г. Шленкером.

Для обозначения единиц эколого-ценотической классификации в литературе используют термины «свита» и «группа». Поскольку термин «свита» предполагает наличие представлений о флогогенетических связях, которые для многих видов флоры требуют специальных исследований, мы предлагаем для обозначения единиц эколого-ценотической классификации использовать нейтральный термин «группа».

В настоящее время используют понятие «эколого-фитоценотическая группа». Это понятие отличается от экологической группы тем, что виды группы, не только сходны по отношению к комплексным факторам среды, но и «верны» синтаксонам определенного ранга, т.е. определенным типах сообществ или экологически близким группам сообществ.

Под эколого-ценотическими группами (ЭЦГ) будем понимать группы видов растений, сходных по отношению к совокупности экологических факторов, присущих биотопам того или иного типа; характеризующихся высокой степенью взаимной сопряженности и приуроченных к микроместообитаниям определенного типа [2].

Существует три основных метода установления экологических и эколого-ценотических групп: корреляционный анализ межвидовых сопряженностей, прямой градиентный анализ и классификационный. При установлении экоценогрупп на основе классификационного метода учитывается положительная сопряженность между видами группы, при этом основным критерием сопряженности является встречаемость видов. Виды группы имеют встречаемость от 41 до 100 %, т.е. не ниже III-V класса постоянства в соответствующих типах сообществ. Они не

отличаются от экологических групп, установленных на основе кореляционного анализа межвидовых сопряженностей [7].

Виды, входящие в состав экологической или эколого-фитоценотической группы, предъявляют сходные требования к комплексным градиентам, что позволяет получить достоверную информацию о местообитании сообщества и по ним проводить индикацию местообитаний. Поэтому их называют и индикаторными [7].

В качестве примера можно привести экологические группы лесной и луговой растительности, которые являются индикаторами различных почвенных факторов. Состав экологических групп лесной растительности дан по Скамони.

Mercurialis – группа на почвах с хорошо развитым гумусовым горизонтом с зернистой структурой, богатых карбонатами, pH слабощелочная до нейтральной. *Myrlillus* – группа, виды в основном на сильнокислых почвах с грубым гумусом. *Oxycoccus* – группа на очень кислых торфяных почвах.

Эти группы дают информацию о свойствах биотопа, но не говорят о фитоценотической связи с определенными типами сообществ. Экоценотические группы дают информацию не только о синэкологическом оптимуме местообитания, но и указывают на связь с определенными типами сообществ. Например, *Galium verum* – группа с синэкологическим оптимумом на остепненных пойменных лугах с сухими, слабокислыми, умеренно обеспеченными азотом почвами. *Nardus stricta* – группа с синэкологическим оптимумом на пустошных суходольных лугах (порядок *Nardetalia*) с кислым и бедным азотом почвами.

2. Метод экологических шкал

Широкое распространение в фитоиндикации получили экологические шкалы растений, которые используют для индикации комплексных климатических факторов и местообитаний растительных сообществ. Используя эти шкалы можно определить влажность, кислотность,

богатство или обеспеченность азотом почвы, степень пастбищной дигрессии и другие факторы среды.

В настоящее время разработано большое число экологических шкал для разных регионов Европы. В России широкое распространение получили амплитудные шкалы, детально разработанные Л. Г. Раменским. По этим шкалам указывается экологическая амплитуда вида, а индикаторное значение оценивается интервалом «от – до». 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 [13].

В странах Западной Европы (Австрии, Венгрии, Дании, Голландии, Германии, Швейцарии) широкое распространение получили оптимумные экологические шкалы. По ним указывается оптимум вида на шкале фактора, т.е. оптимальные условия произрастания. По этому принципу построены экологические шкалы Г. Элленберга. Шкалы Г. Элленберга разработаны для 2770 видов и внутривидовых таксонов. Экологическая характеристика вида выявляет его отношения к освещенности, тепловому режиму, континентальности климата, увлажнению, реакции почвы, обеспеченности ее доступным азотом. Отношение видов к соответствующим факторам среды характеризуется цифрами по двенадцатибалльной шкале (фактор увлажнения) и по десятибалльной шкале для всех остальных факторов. Особую ценность этим шкалам придают данные об отношении растений к одному из важнейших экологических факторов – обеспеченности доступным азотом. Это стало возможным в связи с тем, что Г. Элленберг придавал большое значение проблеме «азот как экологический фактор». В последней сводной работе Г. Элленберга приведены оптимумные шкалы по мхам и лишайникам. В экологических шкалах лишайников особый интерес представляет шкала токистолерантности, используя которую можно определять степень загрязненности воздуха.

По сходному принципу созданы шкалы и другими западно-европейскими исследователями.

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

Метод экологических шкал приобретает большую популярность. Индикационные экологические шкалы хотя и не заменяют полностью прямые инструментальные измерения различных условий среды, но альтернативны им. Они дают сравнимые и стабильные, хотя и относительные экологические характеристики местообитаниям растительных сообществ [12; 24].

1.3 Методы многомерной статистики в изучении растительности

Исследования растительного покрова основываются на геоботанических описаниях пробных площадок, в которых указаны количественные характеристики видов. Изучаемую растительность можно представить, как многомерную систему, метрика которой определяется количеством описаний и числом видов в описании, а признаками являются количественные характеристики видов, присутствующих в описании. Такой подход позволяет описания сводить в многомерные матрицы.

Анализ такой матрицы сводится к разбивке 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.

Разбивка совокупности на однородные группы определяется как многомерная классификация. Выделяются две группы методов классификации. Первая группа представляет собой разбивку всей

совокупности на неизвестное число классов с неизвестной характеристикой. Вторая группа представляет собой разнесение отдельных объектов совокупности в «свой» класс. Отдельно следует отметить, что методы многомерной статистики используются для анализа скрытых взаимодействий и взаимосвязей между объектами и их структурной композиции с графическим представлением результатов. Проверка статистических гипотез не является главной задачей многомерного анализа.

Многомерную классификацию можно представить, как совокупность объектов, отвечающих на данной территории группам взаимосвязанных видов и условий их местопроизрастания. Такое сочетание определяется при одновременном использовании двух групп методов – формальной разбивке описаний на группы (классы), в зависимости от количественной характеристики и встречаемости в описаниях видов, и разнесение описаний в полученные классы на основе характеристик условий местопроизрастания. Формальная разбивка описаний на группы чаще всего выполняется с использованием иерархических методов кластерного анализа. Выделение кластеров выполняется на основе расчета коэффициентов сходства, которые при необходимости могут нормироваться, представляемых в виде матриц расстояний между объектами в многофакторном пространстве. Расчет матрицы расстояния сводится к следующему. Каждый вид в описании представляет собой отдельное измерение, а количественная характеристика вида – его «координату» в этом измерении. Метрика описания зависит от количества видов. Таким образом, группировка площадок в кластеры зависит от того, совпадают ли метрики и насколько совпадают (какое количество общих видов в описаниях), а степень близости описаний в группах определяется, исходя из рассчитанного расстояния по «координатам» видов.

Коэффициенты сходства представляют собой расстояния, связывающие признаки в многофакторном пространстве. В геоботанике и экологии используются коэффициенты Жаккара, Сьеренсена-Чекановского

(Брея-Кертисса) и Эвклидово расстояние, также возможно использование нормированного коэффициента корреляции Пирсона. Необходимо помнить, что использование разных коэффициентов при выделении кластеров для одинаковых описаний может привести к несопоставимым результатам. Поэтому выбор коэффициента сопряженности определяется чаще всего возможностью последующей интерпретации полученной классификационной схемы [5].

Также используются различные алгоритмы объединения описаний в кластеры на основе мер сходства (расстояний); на сегодняшний день таких алгоритмов выделения гомогенных групп насчитывается несколько десятков. Если кластерный анализ используется не столько для выделения относительно однородных групп, сколько для построения классификационной схемы, то рекомендуется использование именно агломеративных методов группировки в кластеры. Последние позволяют строить иерархическую древообразную структуру, служащую основой для построения восходящей иерархической классификационной схемы. К алгоритмам такого типа относят:

- кластеризацию «методом ближайшего соседа», при которой выбирается пара наиболее «близких» описаний, к которым последовательно присоединяются следующие описания в зависимости от увеличения расстояния в многофакторном пространстве;
- «метод дальнего соседа», при котором группы формируются на основе максимальной разницы;
- центроидный метод, при котором определяются опорные «центральные» координаты кластеров, вокруг которых группируются описания;
- метод Уорда, базирующийся на группировке объектов, при которой дисперсия внутри групп должна быть наименьшей.

Вся совокупность алгоритмов группировки объектов в кластеры может быть задана обобщающей формулой, в которой конкретный

алгоритм определяется величиной коэффициента «бета» – бета-гибкая стратегия Ланса.

В геоботанических и экологических исследованиях при разработке классификационных схем или первичной группировке данных чаще всего рекомендуют использовать метод Уорда, а при разбивке объектов на сходные группы – методом ближайшего соседа [15].

Если невозможно выявить экологические особенности объектов с помощью кластеризации, в этом случае выполняется анализ видовых списков с использованием коэффициентов видовой сопряженности напрямую. Определяющим является выбор коэффициента, т.к. используются не расстояния в факторном пространстве, а сами коэффициенты. Коэффициенты бывают центрированные (изменяются от -1 до $+1$) и нецентрированные (возрастают от 0 до 1 и выше), симметричные (не зависят от порядка сопоставления видов X с Y или Y с X) и несимметричные, абсолютные (при расчете учитывается отсутствие обоих видов) и полные (случаи, когда оба вида отсутствуют, не учитываются). Чаще всего при расчете видовой сопряженности рекомендуют использовать коэффициенты Браве и Чупрова, которые используются для проверки гипотез о характере распределения случайных величин.

Графически нормированные коэффициенты сопряженности представляют в виде дендрограмм, построенных методом максимального корреляционного пути. Метод, является аналогом метода ближайшего соседа – выбирается пара видов с наименьшим нормированным коэффициентом сопряженности и к ним последовательно присоединяются остальные виды, по критерию максимальной сопряженности (минимального коэффициента), а прочие связи отбрасываются. Длина связи определяется величиной видовой сопряженности: чем она выше, тем длина меньше. Впоследствии по данным дендрограммам выделяются плеяды сопряженных видов. Границы плеяд чаще всего определяются

переходом коэффициента видовой сопряженности от увеличения к уменьшению.

Кластер или плеяда являются формально-статистической единицей, поэтому при использовании кластерного анализа для классификации объектов необходимо корректно сопоставлять полученные кластеры с имеющимися систематическими единицами или классификационными группами.

Разнесение описаний в уже имеющиеся группы базируется на количественном определении критериев, по которым можно разделить данные на имеющиеся классы. Для проверки такого рода предположений предлагают использовать методы кластерного, многомерного дисперсионного и дискриминантного анализа. Для анализа геоботанических описаний чаще всего используют дискриминантный анализ. Алгоритмы дискриминантного анализа максимизируют разницу между известными группами объектов в многомерном пространстве признаков. Так же используют метод проверки правильности классификации MRPP (Multi-Response Permutation Procedures) – непараметрический аналог дискриминантного анализа. В MRPP рассчитывается коэффициент внутригруппового согласия, по которому судят о степени компактности (гомогенности) выделенных групп, соответственно, точности классификации [14; 30].

Поиск градиентов, по которым структурируются описания, относится к группе методов ординационного анализа. Методы ординации используются, для оценки взаиморасположения объектов (описаний, классов) в пространстве градиентов среды. В экологии ординация – любое упорядочение объектов вдоль некоторой или некоторых осей.

Выделяют две группы методов ординации – прямая и непрямая. Прямой градиентный анализ впервые был предложен Раменским, а его методика сводится к размещению описаний (или видов) в осях экологических факторов при известных количественных характеристиках

фактора для каждого описания. На сегодняшний день прямой градиентный анализ выполняется с использованием формальных статистических процедур, в частности, многомерного регрессионного анализа, канонического анализа соответствия, анализа избыточности и его модификации, основанной на определении меры расстояния.

Суть метода состоит в сопряжённом анализе двух матриц – видов описаний и факторов среды описаний, ранжированных по кодам пробных площадей. Определяется сила связи между изменениями количественных показателей видов и режимами экологических факторов. Целью анализа является выявление факторов, определяющих 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.

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. Данная модель предполагает формальное выделение таких градиентов.

Чаще всего для непрямой ординации описаний используют метод главных компонент (Principal Component Analysis). Суть метода состоит в том, что определяются собственные значения – векторы – корреляционной или ковариационной матрицы, линейная комбинация которых позволяет объяснить максимальную долю общей дисперсии количественных данных. В результате преобразования корреляционной (ковариационной) матрицы полученные факторы могут использоваться для описания варьирования признаков. Корреляции между собственными векторами и первичными данными (признаками, переменными) являются факторными нагрузками на вектор (компоненту, ось) и используются для интерпретации осей. Чем больше факторная нагрузка на ось – тем большую индикативную ценность

представляет признак. Число осей (компонент) равно числу трансформаций матрицы и максимально соответствует числу анализируемых переменных. В анализе же выделяется небольшое число компонент – чаще всего первые три, которые объясняют наибольшую долю дисперсии. Минимально достаточное число осей, необходимых для объяснения вариабельности признаков определяется различными методами. Одним из них является «метод каменистой осыпи» – график изменения собственных значений от порядкового номера оси.

Поскольку при использовании метода главных компонент происходит редукция большого количества переменных до нескольких факторов, связанных с группами переменных, то этот метод также может использоваться и для классификации объектов. В геоботанике используют два варианта метода главных компонент. При R-анализе обрабатывается матрица признаков в факторном пространстве описаний. В этом случае выполняется ординация видов и градиенты распределения видов. При Q-анализе – матрица описаний в факторном пространстве признаков. В этом случае выполняется ординация описаний и, соответственно определение факторов распределения объектов. Основным недостатком метода главных компонент является линейность модели и использование параметрических статистических коэффициентов – ограничения такие же, как и для дискриминантного анализа.

Здесь нужно отметить, что для биологических объектов линейные зависимости вообще являются не правилом, а исключением. Например, характер изменения численности вида в зависимости от градиента фактора даже в идеальном случае описывается параболой. В реальности форма кривой может быть далекой даже от параболы, а на части градиентов некоторые виды вообще могут отсутствовать. Соответственно, при использовании линейных моделей показатели численности теоретически могут оказаться отрицательными. Следовательно, реальные взаимодействия видов с факторами не могут быть линейными и

линеаризованными. Также искажения линейности модели возникают при высоком бета-разнообразии исследуемых сообществ, немонотонном изменении численности вида в градиенте фактора. Кроме того, алгоритм метода главных компонент может учитывать нулевые значения как проявления положительных взаимодействий. Вышеизложенное накладывает существенные ограничения на использование метода главных компонент при ординации растительного покрова. Такими ограничениями являются:

- наличие относительно гомогенных геоботанических описаний или небольших трансепт,
- отсутствие высокого ценотического разнообразия,
- короткие градиенты факторов.

Кроме того, метод главных компонент может использоваться в качестве теста на нелинейность и определения пространственной неоднородности сообществ.

1.4 Экологическое картографирование как метод пространственного отображения фитоиндикации

Экологическое картографирование – наука о способах сбора, анализа и картографического представления информации о состоянии среды обитания человека и других биологических видов, т.е. об экологической обстановке.

Целью экологического картографирования является анализ экологической обстановки и ее динамики, т.е. выявление пространственной и временной изменчивости факторов природной среды, воздействующих на здоровье человека и состояние экосистем. Для достижения этой цели требуется выполнить сбор, анализ, оценку, интеграцию, территориальную интерпретацию и создать географически корректное картографическое представление весьма многообразной, нередко трудноопределимой экологической информации.

Источники для создания карт

Картография нужна многим отраслям хозяйства, науки, культуры, образования и другим сферам жизни общества. Сама же она для получения необходимых сведений использует многие источники, по которым ведется составление карт.

К источникам принадлежат:

- астрономо-геодезические данные,
- общегеографические и тематические карты,
- кадастровые данные, планы и карты,
- данные дистанционного зондирования,
- данные непосредственных натурных наблюдений и измерений,
- данные гидрометеорологических наблюдений,
- материалы экологического и других видов мониторинга,
- экономико-статистические данные,
- цифровые модели,
- результаты лабораторных анализов,
- литературные (текстовые) источники,
- теоретические и эмпирические закономерности.

В зависимости от тематики и назначения создаваемого картографического произведения одни из источников выступают как основные, а другие оказываются дополнительными. Так же различают источники современные, отражающие нынешнее состояние картографируемого объекта, и старые, показывающие его прошлые состояния или ранние стадии изученности.

Кроме того, источники, привлекаемые для картографирования, подразделяют на первичные, полученные в ходе прямых измерений и наблюдений, и вторичные, являющиеся результатом обработки и преобразования первичных материалов. Естественно, что первичные и вторичные источники различаются по достоверности, точности, уровню

обобщения, степени генерализации и другим характеристикам, которые привносятся в процессе обработки.

Картографический метод исследования

Картографический метод исследования – это метод использования карт для познания изображенных на них явлений.

Использование карт теснейшим образом связано с их составлением. Источником исходной информации служит окружающая действительность. При картографировании выборочные наблюдения преобразуют в карты, т.е. создают модели этой действительности. В ходе картографического моделирования происходит сложная научная обработка данных, связанная с абстрагированием, анализом и синтезом. Все это, определяется целями и назначением карты.

В ходе последующего использования карт происходят новые преобразования информации, которые также зависят от поставленных целей, квалификации и опыта исследователя, применяемых технических средств, алгоритмов и программ и т.п.

Таким образом, существуют два тесно сопряженных между собой метода:

1. Картографирование, или картографический метод отображения, цель которого состоит в переходе от реальной действительности к карте (модели).

2. Картографический метод исследования, использующий готовые карты (модели) для познания действительности.

Эти методы перекрываются и имеют многие обратные связи. Так, условия использования карт определяют требования к условиям их создания. В ходе исследования получают новые производные карты, которые вновь поступают в исследование. При интерактивном компьютерном создании карт, в особенности при применении геоинформационных технологий, оба метода настолько тесно переплетаются, что часто трудно различить, где кончается составление и начинается

использование и преобразование карты. Многие оценочные и прогнозные карты составляют в результате трансформирования и синтеза нескольких аналитических карт.

Подготовка картографического материала на основе натурных измерений.

Полевые исследования выполняются для получения качественных и количественных показателей и характеристик состояния компонентов экологической обстановки (геологической среды, поверхностных и подземных вод, почв, растительности и животного мира, антропогенных воздействий), а также комплексной ландшафтной характеристики территории, с учетом ее функциональной значимости и экосистем в целом. Маршрутные наблюдения при необходимости дополняются полевым дешифрированием аэрокосмических снимков, инструментальными измерениями, отбором и последующим лабораторным анализом проб.

Выводы по первой главе

Теоретические основы изучения лесных биотопов базируются на интеграции знаний из нескольких научных дисциплин, позволяющих комплексно оценить структуру, функционирование и динамику этих сложных экосистем. Ключевые области знаний включают:

1. Экология: Центральная дисциплина, предоставляющая теоретическую базу для понимания взаимосвязей между организмами и средой в лесу. Это включает:

Автоэкология: Изучение влияния факторов среды на отдельные виды растений и животных.

Синэкология: Изучение взаимоотношений между популяциями разных видов в лесу, включая конкуренцию, симбиоз, хищничество и паразитизм.

Учение о сукцессиях: Понимание процессов изменения лесных сообществ во времени.

Экологическая ниша: Определение роли каждого вида в экосистеме.

Биогеоценозы: Изучение лесных экосистем как целостных функциональных единиц.

2. Геоботаника (фитоценология): Изучение растительных сообществ (фитоценозов), их состава, структуры, динамики и распространения. Включает методы описания и классификации лесных типов.

3. Почвоведение: Изучение почв как основы лесной экосистемы. Включает анализ почвенного профиля, состава, физических и химических свойств, влияния почв на рост и развитие растений.

4. Климатология: Изучение климатических условий, влияющих на формирование и функционирование лесных биотопов. Включает анализ температуры, влажности, осадков, солнечной радиации и их влияние на растения и животных.

5. Зоология: Изучение животного мира леса, включая видовой состав, численность, экологические функции и взаимоотношения с другими организмами.

6. География: Изучение пространственного размещения лесных биотопов, влияния географических факторов (рельеф, высота над уровнем моря) на их формирование и распространение.

7. Лесоведение: Прикладная наука, которая использует знания из вышеперечисленных дисциплин для рационального использования и управления лесными ресурсами.

Методы исследования: Изучение лесных биотопов использует широкий спектр методов, включая полевые наблюдения, эксперименты, дистанционное зондирование, моделирование и анализ данных.

В итоге, комплексный подход, объединяющий знания из этих дисциплин, необходим для полного понимания сложной структуры и функционирования лесных биотопов и разработки эффективных стратегий их охраны и управления.

ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНЫХ МАССИВОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ С.КОСТЫГИН ЛОГ

Растительный покров Южного Зауралья представлен сложным комплексом разнотравно-злаковых степей и лугов (к нашему времени в большей или меньшей степени освоенных человеком и преобразованных в поля, огороды и пастбища), их галофитных вариантов на засоленных почвах (от жестких солончаков до солонцов и солонцеватых лугов и степей) в сочетании с березовыми, осиново-березовыми и осиновыми лесами в колочных западинах и на повышениях рельефа. Общая мозаичность растительного покрова усиливается обилием растительных сообществ, не относящихся к зональным (озерных и займищно-болотных ассоциаций, сообществ верховых болот, растительность пойменных местообитаний, островных боров на неогеновых песках речных долин). Наиболее существенное влияние на характер растительного покрова в условиях резко континентального климата и общей равнинности рельефа оказывает водносоловой режим почв, их механический состав и характер материнских пород. При этом, как отмечается многими исследователями, незначительный ход микро- и мезорельефа порою влечет за собой существенные изменения в растительном покрове. Большой частью рассматриваемая нами территория относится к полосе Западносибирской лесостепи, понятие о которой как о ботанико-географическом зональном выделе было введено П. Н. Крыловым – крупнейшим практиком и теоретиком ботанической науки, одним из наиболее ярких представителей ботанической школы Казанского университета и основателем традиций флористических и систематических исследований Томского университета. Для подтаежной полосы, выделяемой на севере рассматриваемой территории, наиболее характерны мелколиственные и сосновые леса с вкраплениями ельников зеленомошных в сочетании с практически полным отсутствием степей и солончаковых сообществ. Подзона разнотравно-

дерновиннозлаковых степей, граничащая с зауральской лесостепью на юге, отличается резким сокращением лесов и мезофитных лугов, практически полным отсутствием верховых болот и усилением роли степей и солончаков в сложении растительного покрова.

2.1 Лесорастительное районирование Курганской области

Курганская область (площадь 71,5 тыс. км²) расположена в лесостепном Зауралье, понимаемом как территория, занимаемая частью лесостепной зоны, ограниченная на западе краем Зауральского пеноплена, а на востоке – долиной р. Ишим. По схеме физико-географического районирования Курганская область принадлежит к Западно-Сибирской физико-географической стране, лесостепной зоне, Зауральской провинции.

Площадь лесов Курганской области составляет 1876,7 тыс. га, из которых в ведении Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды – 1823,5 тыс. га, Министерства обороны – 17,2 тыс. га, городские леса – 36,0 тыс. га. Покрытая лесом площадь в составе земель лесного фонда занимает 1492,4 тыс. га. Насаждения с преобладанием берёзы составляют 980,1 тыс. га, с преобладанием сосны – 366,2 тыс. га, осины – 123,0 тыс. га, ели – 1,6 тыс. га, лиственницы – 0,9 тыс. га. Остальные площади заняты неосновными лесообразующими породами.

При разработке региональных классификаций типов леса за территориальную основу принимаются единицы общего физико-географического районирования (природного, ландшафтно-географического), или специализированного лесорастительного районирования.

Современный уровень изученности лесов и лесорастительных условий Курганской области (Ф. А. Соловьев, 1960; В. А. Кузьмичев, 1963; В. Д. Забросаев, 1963; В. Н. Ступина, 1960; И. А. Фрейберг, 1969, 1987) позволяет разделить её территорию на пространственно-однородные природные единства, имеющие во всех своих частях относительную общность строения поверхности (равнинный, волнистый рельеф) и

сходный климатический фон, оказывающий решающее влияние на зонально-географические особенности их ландшафтов, прежде всего, на растительность.

Курганская область отнесена Б. П. Колесниковым (1969) к Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области, лесостепная зона которой включает Притобольскую озёрно-низменную провинцию с двумя округами: Шадринским северо-лесостепным и Уйско-Куртамышским южно-лесостепным.

На территории лесостепной зоны выделяются два варианта лесостепи (И. П. Герасимов, Н. Н. Розов, 1940 г.):

– лесостепь приречных участков, по сочетанию почв близкая к лесостепи восточноевропейского типа; здесь встречаются оподзоленные, реже выщелоченные черноземы, серые и тёмно-серые почвы, дерново-подзолистые почвы;

– лесостепь плоских междуречий, где отсутствие дренажа в сочетании с тяжёлым механическим составом почвообразующих пород приводит к заболачиванию почв, а на южных 16 междуречьях развиваются процессы засоления-осолонцевания-осолождения. В результате на плоских междуречьях почвенный покров представлен различными почвенными сочетаниями и комплексами: лугово-черноземными, черноземно-луговыми почвами со вторым гумусовым горизонтом, луговыми солончаками, луговыми солонцами, дерновыми солодями.

Древесная растительность отличается повышенной требовательностью к условиям увлажнения. В пределах лесостепной и особенно степной зон она занимает пониженные элементы рельефа, склоны северных и северо-восточных экспозиций, и другие элементы ландшафта, отличающиеся повышенным увлажнением. Важным фактором является также гранулометрический состав грунтов: супесчаные и песчаные почвы более благоприятны для произрастания светлохвойных лесов; глинистые и

суглинистые, в т.ч. слабозасоленные и заболоченные грунты, для мелколиственных пород и кустарников.

В настоящее время под различными типами лесной растительности выделяются: серые лесные оподзоленные, серые лесные осоледелые, лугово-степные почвы и лугово-болотные солоди [10].

Растительность представлена остеинёнными мелколиственными лесами, существенно различающимися по видовому составу. В пределах северной лесостепи преобладают березовые, березово-осиновые, вейниковые и вейниково-высокотравные леса (рисунок 1). На большей части Курганской области, лежащей в пределах южной лесостепи, почвы сформировались под остеинёнными злаково-разнотравными берёзовыми, березово-осиновыми и осиново-березовыми лесами.

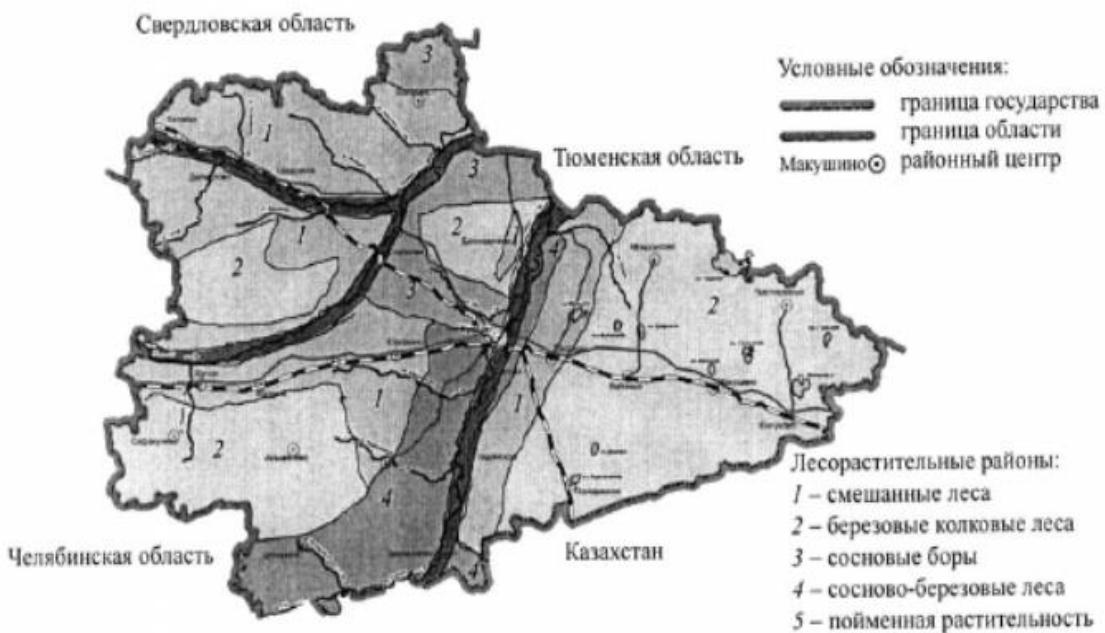


Рисунок 1 – Хозяйственное лесорастительное районирования Зауралья [14]

2.2 Древесно-кустарниковая растительность Зауралья

Отличительные особенности древесной жизненной формы растений – наличие многолетних скелетных побегов (стволов), имеющих вторичное утолщение древесины стебля и одетых вторичной покровной тканью (коркой, пробкой). Всего к древесной жизненной форме (деревья,

кустарники, кустарнички) относится 83 дикорастущих вида флоры Зауралья (6,4 % ее видового состава) и 16 межвидовых гибридов. В целом, эколого-биоморфологический состав древесных растений Зауралья соответствует выявленной знаменитым сибирским дендрологом, академиком И. Ю. Коропачинским структуре арборифлоры Западно-сибирской макропровинции Сибири.

2.3 Деревья

В Зауралье зарегистрировано 23 вида (1,8 %) и 3 гибрида дикорастущих деревьев, встречающихся в лесах, береговых приречных и приозерных сообществах. Из них 13 видов – одностольные деревья I яруса, 9 видов – одно- и многоствольные деревья II яруса и 1 вечнозеленый стланец – можжевельник казацкий (*Juniperus sabina*).

В числе высоких одностольных деревьев – 4 вечнозеленых (хвойных) вида: пихта сибирская, ель сибирская, сосна лесная, сосна меловая (*Abies sibirica*, *Picea obovata*, *Pinus calcarea*, *P. sylvestris*), 1 хвое-падный вид – лиственница сибирская (*Larix sibirica*), 8 видов и 1 гибрид лиственных летнезеленых растений – тополя белый и черный, осина, тополь седоватый (гибрид осины и белого тополя), ива белая, береза Крылова, береза пушистая, липа мелколистная (*Populus alba*, *P. nigra*, *P. tremula*, *P. x canescens*, *Salix alba*, *Alnus glutinosa*, *Betula krylovii*, *B. pubescens*, *Tilia cordata*). Группа одно - и многоствольных низкорослых деревьев, которые наряду с кустарниками входят во II ярус лесных сообществ или формируют приозерные, приречные и болотные заросли, включает 1 хвойный вид – можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*), 8 видов и 2 гибрида листопадных растений – ивы козья, пятитычинковая, грушанколистная, редко отмечаемый гибрид ивы белой и трехтычинковой, ольха серая, боярышник кроваво-красный, черемуха обыкновенная, рябины: обыкновенная, сибирская и Городкова (*Salix caprea*, *S. pentandra*, *S. pyrolifolia*, *S. alba x S. triandra*, *Alnus incana*,

Crataegus sanguinea, *Padus avium*, *Sorbus aucuparia*, *S. sibirica*, *S. x gorodkovii*).

2.4 Кустарники

К кустарникам относится 44 вида (3,3 % видового состава) и 12 гибридов зауральской флоры. Главным образом, это летнезеленые листопадные растения. В их числе - степные кустарники: курчавка кустарниковая, карагана кустарниковая, ракитник русский, таволга городчатая, таволга зверобоелистная (*Atraphaxis frutescens*, *Caragana frutex*, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Spiraea crenata*, *S. hypericifolia*). опушечные и береговые растения: многочисленные виды ив (*Salix acutifolia*, *S. bebbiana*, *S. cinerea*, *S. dasyclados*, *S. myrsinifolia*, *S. triandra*, *S. viminalis*, *S. vinogradovii*), жимолость татарская (*Lonicera tatarica*); а также растения подлеска хвойных и мелколиственных лесов: смородина щетинистая и черная, калина красная, шиповники иглистый, майский, гололистный, крушина ломкая, жестер слабительный, волчье лыко обыкновенное, жимолости (лесная и Палласа) (*Ribes hispidulum*, *R. nigrum*, *Viburnum opulus*, *Rosa acicularis*, *R. majalis*, *R. glabrifolia*, *Frangula alnus*, *Rhamnus cathartica*, *Daphne mezereum*, *Lonicera pallasii*, *L. xylosteum*) и кустарники сфагновых болот: ивы черничная, лапландская, голубика, береза низкая, береза карликовая, береза промежуточная (*Salix myrtilloides*, *S. lapponum*, *Vaccinium uliginosum*, *Betula humilis*, *B. nana*, *B. x intermedia*). Всего 2 вида - кассандра или мирт болотный, и багульник болотный (*Chamaedaphne calyculata*, *Ledum palustre*) представляют группу жестколистных вечнозеленых болотных кустарников эрикоидного типа.

Особую группу составляют разные виды дикорастущей малины и ежевика - вегетативноподвижные корнеотприсковые кустарники с недолговечными надземными побегами (3 вида, 2 гибрида: *Rubus caesius*, *R. idaeus*, *R. melanolasius*, *R. x euroasiaticus*, *R. x idaeoides*).

2.5 Кустарнички

Кустарнички представлены 16 дикорастущими видами зауральской флоры (1,3 % видового состава). В большинстве своем (12 видов) это вегетативно подвижные формы с подземными корневищами: розеточные – одноцветка одноцветковая, грушанки зеленоцветковая, круглолистная, малая и средняя (*Moneses uniflora*, *Pyrola chlorantha*, *P. media*, *P. minor*, *P. rotundifolia*) или безрозеточные – эфедра двуколосковая, зимолюбка зонтичная, ортилия однобокая, подбел болотный, черника, брусника, вереск обыкновенный (*Ephedra distachya*, *Chimaphila umbellata*, *Ortilia secunda*, *Andromeda polifolia*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Calluna vulgaris*). Еще 4 вида – клюква мелкоплодная и болотная, тимьян точечный, линнея северная (*Oxycoccus microcarpus*, *O. Palustris*, *Thymus punctulosus*, *Linnaea borealis*) являются кустарничками шпалерного типа.

Среди кустарничков зауральской флоры преобладают вечнозеленые эрикоидные формы, от которых наиболее резко отличается эфедра (*Ephedra distachya*) – степной безлистный кустарничек. Лишь один вид – черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus*) представлен летнезеленой листвопадной формой. В числе кустарничков преобладают лесные растения (11 видов); менее разнообразны группы болотных (3 вида), степных (1 вид) и скальных (1 вид) кустарничков.

Выводы по второй главе

Леса играют очень важную роль в формировании экосистемы, они препятствуют размыванию почвы, создают условия для жизни сотен видов животных и растений.

Растительность Зауралья отличается разнообразием сообществ. Территория относится к степной зоне, подзоне типчаково-ковыльных степей. Здесь можно выделить участки настоящих дерновинно-злаковых степей, луговых степей, каменистых степей.

Во флоре степного Зауралья представлено значительное число реликтовых и эндемичных видов. Среди реликтов преобладают скальные и горно-степные виды горноазиатского происхождения.

В увлажнённых ложбинах отмечены осиново-берёзовые колки. В поймах рек распространены пойменные леса, представленные различными видами тополей, ив, клёном, вязом, кустарниковой растительностью.

От более северных подтипов степных почв Зауралья к наиболее южно расположенным тёмно-каштановым почвам наблюдается зональная динамика ряда элементов флористической и фитоценотической структуры растительного покрова.

Естественный растительный покров на территории Зауралья сохранился лишь фрагментарно, так как большая часть района подверглась трансформации за счёт строительства промышленных комплексов, распашки, выпаса скота.

ГЛАВА 3. ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ОКРЕСНОСТЕЙ С. КОСТЫГИН ЛОГ

3.1 Анализ флоры окрестностей с. Костыгин Лог

Проведен анализ флоры с. Костыгин Лог Курганской области. Заложена 41 геоботаническая пробная площадка (рисунок 2), где определено 49 видов сосудистых растений из 23 семейств (из которых 22 – семейства покрытосеменных растений).

Геоботанические площадки описывались согласно общепризнанной методике, определялся флористический состав, и проводилась экологическая паспортизация флоры.

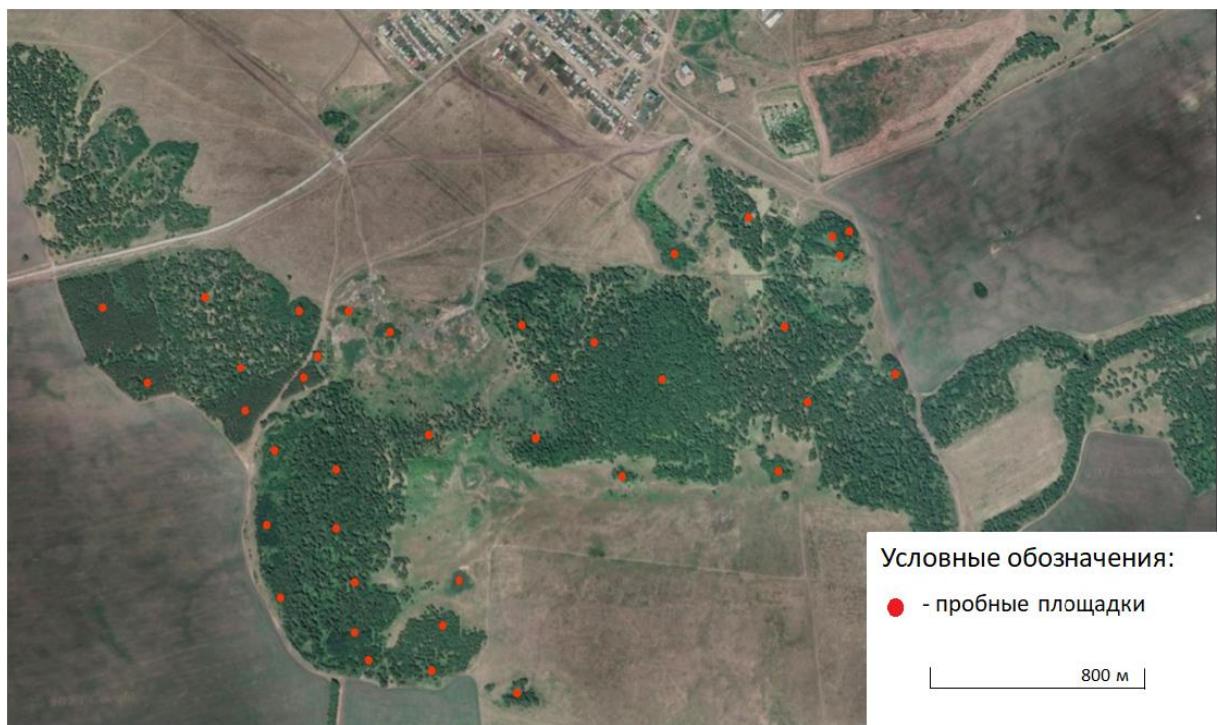


Рисунок 2 – Схема заложения геоботанических площадок

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) [24].

Климатоморфы (жизненные формы Раункиера) отражают разнообразие к климатическим факторам региона. Распределение климатоморф выделяет 3 доминирующих группы: гемикриптофиты (HKr) составляют 67 % флоры, а доля фанерофитов и геофитов (nPh и G) находятся в процентных соотношениях 13 % и 8 % (рисунок 3).

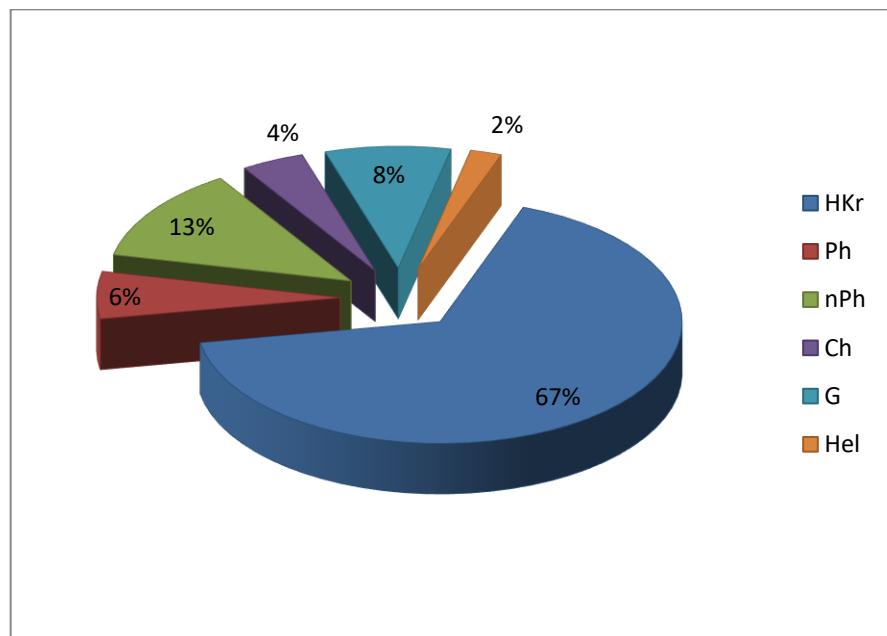


Рисунок 3 – Климатоморфы флоры окрестностей с. Костыгин Лог по Раункиеру

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

Но типологическое разнообразие березняков 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).

Среди трофоморф (рисунок 4) (отношение к почвенным условиям) в равных соотношениях составляют мезотрофы (виды, обитающие на почвах среднего плодородия) и мегатрофы (растения, тяготеющие почвам большого почвенного плодородия) по 31 %.

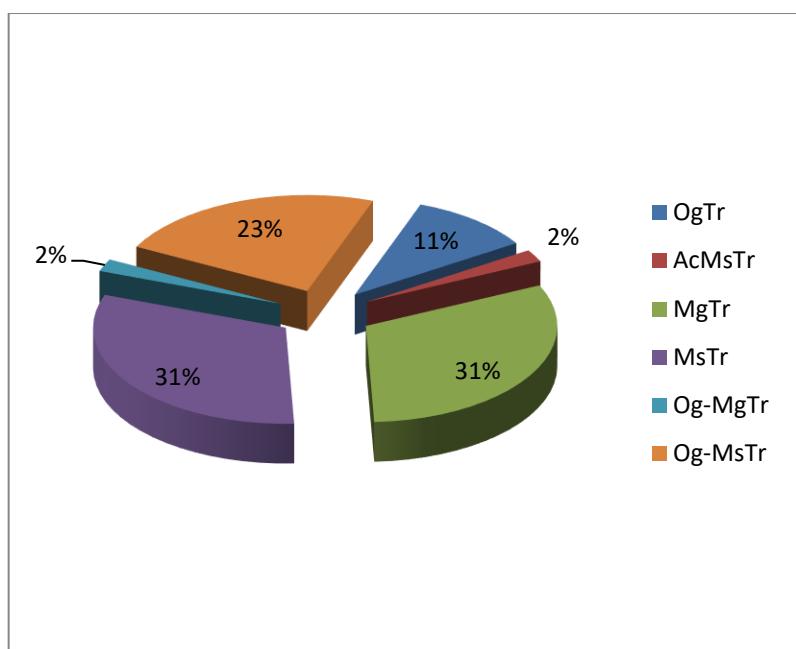


Рисунок 4 – Трофоморфы флоры окрестностей с. Костыгин Лог по Раункиеру

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

Большое разнообразие ценоморф в сообществе говорит о высокой степени адаптации растений к различным экологическим условиям внутри этого сообщества (рисунок 5). Ценоморфы – это внешние признаки

растений, отражающие их приспособленность к условиям среды обитания, таким как свет, влажность, температура, состав почвы и воздействие других организмов.

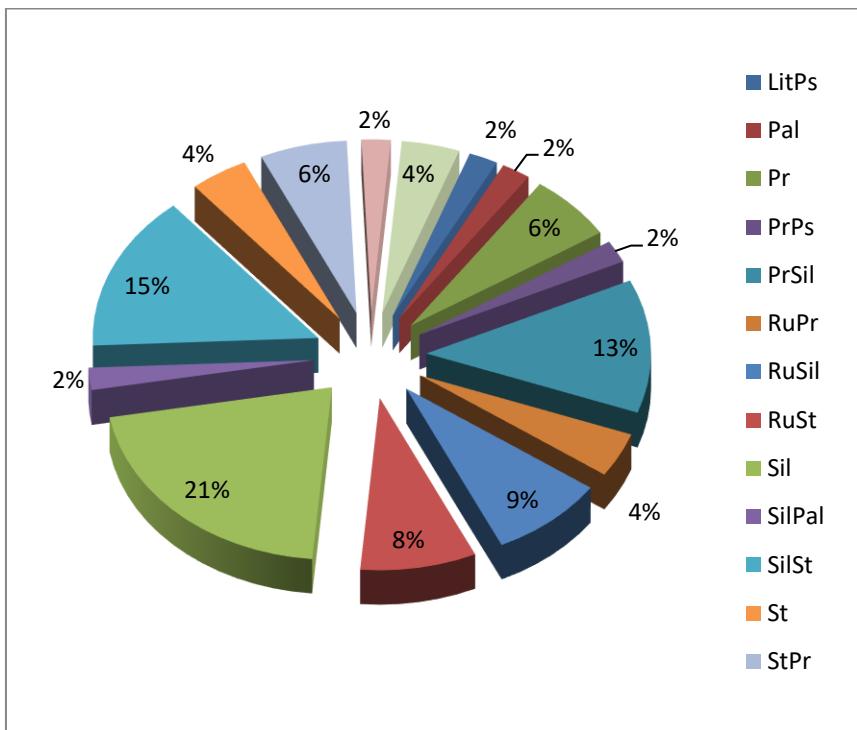


Рисунок 5 – Ценоморфы флоры окрестностей с. Костыгин Лог по Раункиеру

Курганская область, находясь в зоне лесостепи, характеризуется сложным сочетанием природных условий, что способствует распространению как сорных, так и луговых растений. Взаимодействие между сорняками и луговыми растениями – это постоянная конкурентная борьба. Сорняки стремятся занять место в луговых сообществах, а правильное использование лугов человеком способствует сохранению их биоразнообразия и предотвращает распространение сорных видов.

Оценка разнообразия фитоклимата лесных биотопов бора была выполнена в ходе оценки соотношения видов флоры по режимам освещенности (гелиоморфы) и термоклимата (термоморфы) (рисунок 6, рисунок 7)

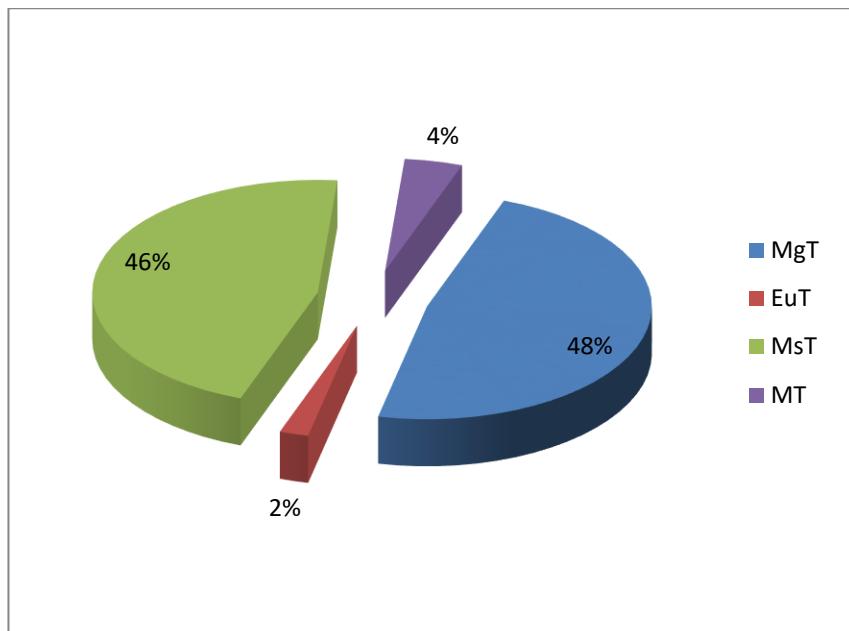


Рисунок 6 – Термоморфы флоры окрестностей с. Костыгин Лог по Раункиеру

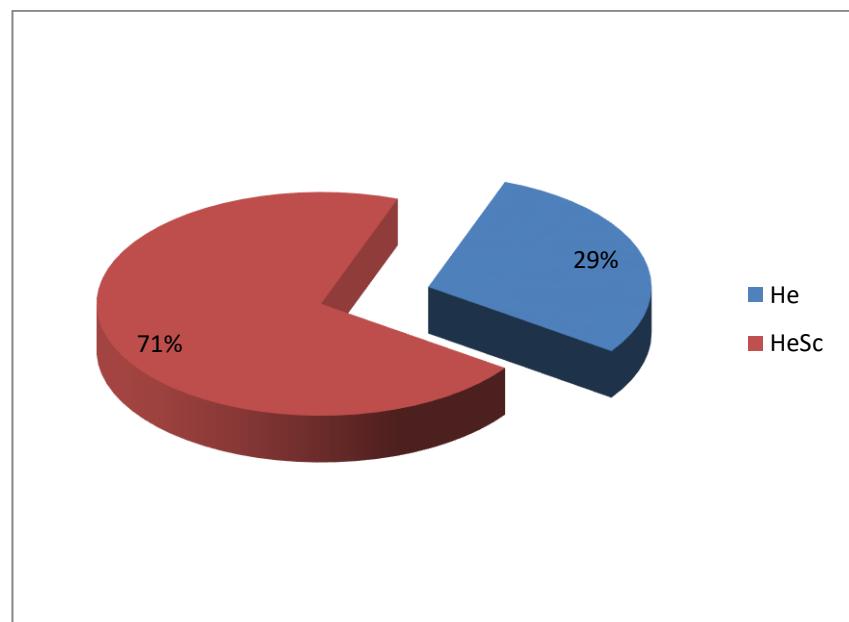


Рисунок 7 – Гелиоморфы флоры окрестностей с. Костыгин Лог по Раункиеру

Здесь можно проследить прямую зависимость светового режима от поступающего теплового режима. Большинство светолюбивых (He) и световыносливых (HeSc) 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 (HeSc), а также высокая доля приходится на

гелиофиты (He). Сосняки не образуют густых сомкнутых насаждений, что указывает на преобладание светлых лесов с освещенным и полуосвещенным типом экологической структуры древостоя.

По отношению к условиям увлажнения большую часть видов составляют – ксеромезофиты 54 % – что характерно для классических степных лесов (рисунок 8). Преобладание остаточно увлажненных местообитаний – мезофитов 29 %. При этом также наблюдается наличие ксерофильной группы (6 %), преобладающей на опушках.

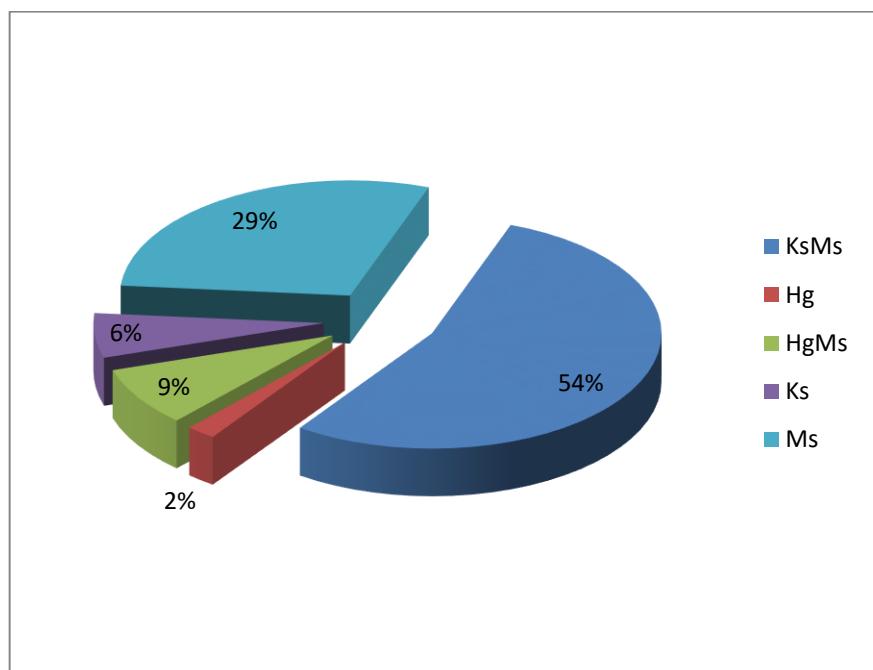


Рисунок 8 – Гигроморфы флоры окрестностей с. Костыгин Лог по Раункиеру

В Курганской области, благодаря ее расположению в лесостепной зоне, представлены практически все основные жизненные формы растений по Раункиеру, хотя их соотношение и видовой состав меняются в зависимости от конкретного местообитания (степь, лес, луг, болото). Соотношение жизненных форм в конкретном растительном сообществе Курганской области зависит от условий среды. Например, в степях преобладают гемикриптофиты и терофиты, в лесах – фанерофиты, на лугах – гемикриптофиты, а в водоемах – гидрофиты.

3.2 Геоинформационное картографирование лесной растительности и лесорастительных условий окрестностей с. Костыгин Лог

В лесном фонде лесного участка преобладают ценные леса (леса, расположенные в пустынных, полупустынных, лесостепных, лесотундровых зонах, степях, горах) – 86,5 % площади участка.

На лесном участке преобладают (таблица 1.1 приложение 1):

- насаждения VI класса возраста, занимающие 21,5 % покрытых лесной растительностью земель. Преобладающей породой является береза – 14519,0 га (62,5 %);
- насаждения II класса бонитета (57,7 %). Высокобонитетные насаждения (Iб – I) произрастают на 24,7 % площади покрытых лесной растительностью земель, низкобонитетные насаждения (IV) занимают 3,7 %;
- насаждения с полнотой 0,7 и 0,8 (30,4 % и 28,5 % соответственно).

Высокополнотные насаждения (0,8-1,0) занимают 43,2 % покрытых лесной растительностью земель, низкополнотные насаждения (0,3-0,5)-10,0 %.

Преобладающей является травяная группа типов леса, которая занимает 88,8 % покрытых лесной растительностью земель.

Редких, находящихся под угрозой исчезновения видов деревьев, кустарников, согласно «Перечню видов (пород) деревьев и кустарников, заготовка древесины которых не допускается», утвержденного приказом Рослесхоза от 05.12.2011 №513, на лесном участке не выявлено.

Насаждения арендуемого лесного участка характеризуются следующими показателями:

- средний возраст – 48 лет;
- средний класс бонитета – 1,9;
- средняя полнота – 0,72;
- средний запас спелых и перестойных насаждений – 195 м³/га;
- средний прирост покрытых лесной растительностью земель – 3,3 М/га;

– средний состав насаждений – 6,3Б 2,3С 1,00с 0,4Ивк + Л,Аж, Клх, Е, Т, Кл, Яб, Я, Ив, Д.

Распространены группы типов леса березовая на солодях, злаковая, травяная, осоковая. Основная часть (80 %) насаждений района, практически все березняки, около сосняков и большая часть осинников, произрастают в группе типов леса – березовая на солодях (рисунок 9). Самым распространенный тип лесорастительных условий является Е3. Подроста нет, подлесок густой из вишни степной и шиповника майского. (РТ С2) (рисунок 10). Сосняк разнотравный занимает небольшие возвышения среди равнинных пространств, произрастает на супесчаных и суглинистых дерново-подзолистых, серых лесных черноземах. (СЛТР) Сосняк сложно-травный встречается реже, приурочен к понижениям, по дренированным участкам. Почвы те же, что и в предыдущем типе. Сосново-березовый, приурочен к освещенным местам.

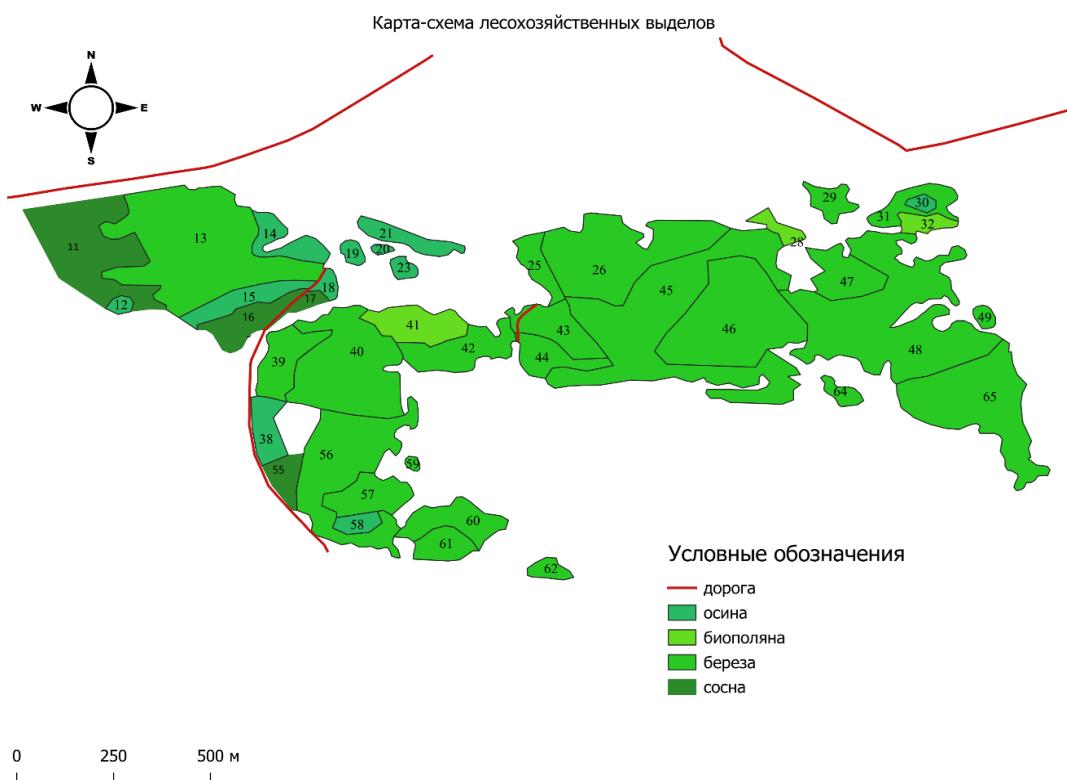


Рисунок 9 – Карта-схема лесохозяйственных выделов окрестностей с. Костыгин Лог

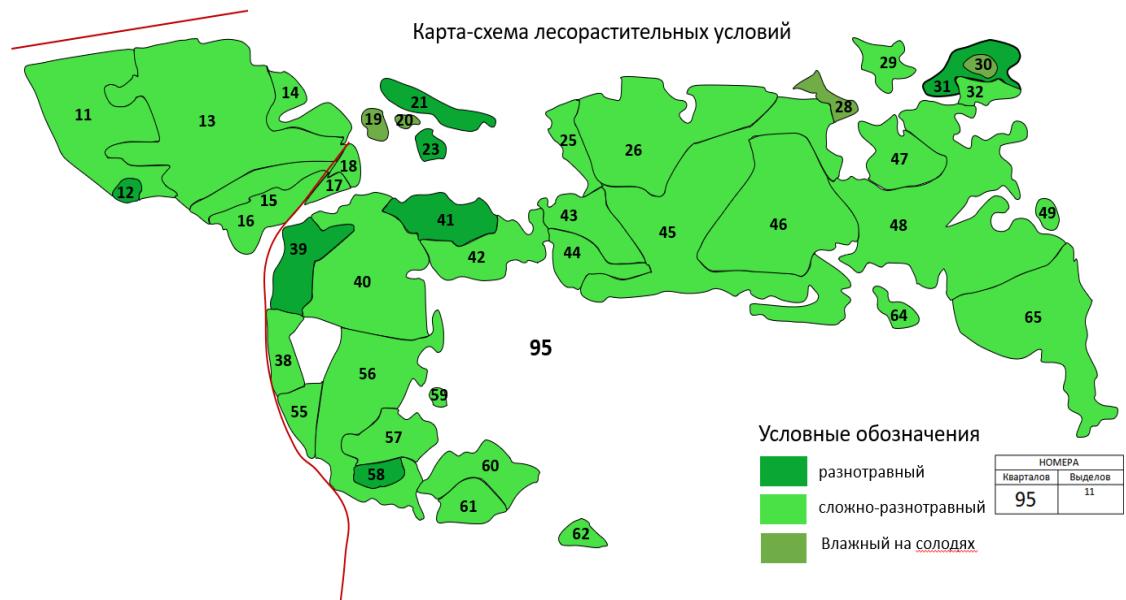


Рисунок 10 – Карта-схема лесорастительных условий окрестностей с. Костыгин Лог

Сложные разнотравные березняки (*Silvae compositae herbosa*) – тип леса, в древесном покрове которого значительное влияние имеют широколиственные породы, выходящие в первый ярус.

В подлеске присутствуют *Padus avium*, *Sorbus aucuparia*, *Juniperus communis*, *Lonicera xylosteum*, *Sambucus sibirica*. В травостое встречаются *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Stellaria holostea*, *Oxalis acetosella*, *Dryopteris carthusiana*, *Rubus saxatilis*, *Asarum europaeum*, *Linnaea borealis*, *Maianthemum bifolium*, *Viola mirabilis*, *Aconitum septentrionale*, *Thalictrum minus* и другие. Моховой покров слагается из *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidadelphus triquetris* и других.

Березняк разнотравный – тип берёзового леса, для которого характерен густой травяной покров с общим проективным покрытием в среднем 60-70 %.

В таком типе леса древесный ярус образован берёзой бородавчатой и сосной (сомкнутость 0,6-0,7). В подлеске достаточно плотный полог образует рябина с участием крушины, с невысоким обилием встречаются

кустарники – бересклет бородавчатый, ракитник русский и дрок красильный. Характерен подрост виргинильных особей широколиственных видов деревьев: липы, осины, дуба, черемухи птичьеи, берёзы. В травяно-кустарниковом ярусе (ОПП 20-50 %) высококонстантны виды boreальной и неморальной ЭЦГ: вейник тростниковоидный, ландыш майский.

Сосняк разнотравный – производный тип леса.

Условия произрастания: С3, В3, В2, С2, преимущественно С2. Состав: от чистого до смешанного (лиственница, кедр, берёза, осина). Возраст: 40-200 лет.

Подлесочные породы представлены такими видами, как спирея, шиповник, рододендрон. Эти растения указывают на относительную влажность разнотравного типа леса и свежие почвенные условия.

Сосняки разнотравной группы относятся к высокопродуктивным древостоям.

По площади среди насаждений различных типов леса сосняки разнотравные доминируют.

Осинник разнотравный – тип леса, для которого характерно небольшое влияние широколиственных пород в древостое.

Встречается на равнинных участках, плоских нешироких водоразделах и нижних частях восточных, юго-восточных и западных склонов крутизной не менее 5 градусов, преимущественно на почвах тяжёлого механического состава.

В древостое осинника разнотравного встречаются пихта и сибирская ель. В подлеске отмечается шиповник. В травяном ярусе присутствуют *Aegopodium podagraria*, *Calamagrostis epigeios*, *Aconitum septentrionale*, *Filipendula ulmaria*, *Milium effusum*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Dryopteris filix-mas*, *Asperula odorata*, *Pulmonaria obscura*, *Geranium sylvaticum* и другие растения.

Влажный березняк на солодях (тип лесорастительных условий Е3) – это тип леса, для которого характерны блюдцеобразные западины и осоложенные глины и суглинки, оподзоленные и осоложенные чернозёмы.

В лесостепной зоне Курганской области влажный березняк на солодях занимает 55 % площади, на долю свежих приходится 34 %, сырых и мокрых – 11 %.

Чёткой зависимости количества пней с порослью от возраста древостоя в таком типе леса не установлено, но прослеживается тенденция максимального количества пней с порослью при рубке деревьев в 60 лет.

3.3. Комплексная оценка лесных биотопов окрестностей с. Костыгин Лог

Всего в описаниях было определено 48 видов сосудистых растений из 23 семейств (из которых 22 – семейства покрытосеменных растений). В травостое наряду с сильвантной широко представлены лесная (сильвантная) лесостепная и степная ценотические группы. 8 видов относятся к древесно-кустарниковым растениям, остальные – к травянистым покрытосеменным.

Фиторазнообразие исследованных сообществ по описаниям достаточно высокое – в среднем лесные ценозы характеризуются достаточно высоким видовым разнообразием – в среднем для описаний характерны 15 видовые сообщества с колебанием от 9 до 23 видовых с относительно высоким обилием особей. Индекс Шеннона варьирует в пределах 2,16-3,09 при высокой выравненности (индекс Пиелу колеблется около 0,98), индекс Симпсона – в пределах 0,03-0,09. Сопоставление индексов фиторазнообразия указывает на возможность использования доминантного подхода при классификации растительных сообществ (низкий индекс Симпсона), но также предполагает большое количество содоминантных видов с близкими показателями относительного обилия и численности.

Первичная группировка геоботанических описаний проводилась с использованием кластерного анализа, в результате чего были выделены 13 фитоценозов. Древесные виды (*Pinus sylvestris*, *Betula krylovii* и *Populus tremula*) определяли формирование фитоценозов при первом, самом высоком уровне кластеризации описаний. В дальнейшем при выделении фитоценозов ведущую роль играли, преимущественно, *Rubus idaeus* L., *R. saxatilis* L., *Fragaria viridis* Duch. и *Elytrigia repens* (L.) Nevski, наличие или отсутствие которых, а также соотношения их по величинам относительного обилия и численности определяло выделение той или иной ценозы, также формирование кластеров определялось наличием и составом кустарникового подлеска.

В дальнейшем при уточнении и проверке флористического списка и в связи с использованием доминантного подхода окончательно было определено 12 фитоценозов, которые могут рассматриваться в качестве растительных ассоциаций:

1) сосняки костяично-земляничные остепненные (*Pinus sylvestris* – *Asparagus officinalis* L. + *Rubus saxatilis* + *Fragaria viridis*), характеризуются отсутствием подлеска и относительно невысокими показателями фиторазнообразия (порядка 10 видов травостоя), для ассоциации отмечается активное проникновение под полог *Asparagus officinalis* и ее высокие показатели относительного обилия, что связано с формированием освещенного типа экологической структуры [8] соснового древесного полога, согласно лесотипологическому описанию, данная ассоциация характерна для сосняков разнотравных (С2);

2) сосняки костяично-пырейные (*Pinus sylvestris* – *Elytrigia repens* + *Rubus saxatilis*), для ассоциации также характерно отсутствие подлеска и сравнительно низкое фиторазнообразие при разреженном травостое с одними из самых низких показателей его относительного обилия и численности, а также освещенный тип экологической структуры древостоя при разреженном сосновом древесном пологе, встречается в сосняках

сложнотравных (C3), и влажных осолоделых типах лесорастительных условий (E3), указанных в лесоустроительных материалах как тип леса «влажный березняк на солодях»;

3) пырейники (*Elytrigia repens*) с лесо-луговым разнотравьем, ассоциация характеризуется доминированием пырея, однако в травостое отмечаются доминанты травостоя сосняковых ассоциаций (*Rubus saxatilis* и *Fragaria viridis*) и виды лесостепной и лесолуговой ценотических групп со сравнимыми показателями относительного обилия и численности. Можно отнести к нелесные ассоциации, которые характерные для опушек и полян;

4) березово-осинники малиново-пырейно-костянично-земляничные остепненные (*Populus tremula* + *Betula krylovii* – *Rubus idaeus* – *Fragaria viridis* + *Rubus saxatilis* + *Elytrigia repens*), ассоциация характеризуется березово-осиновым древостоем с доминированием осины и кустарниковым подлеском из малины, в котором отмечается активнейшая инвазия степной вишни *Cerasus fruticosa* (Pall.) Woron, образующей « пятна » густых кустарниковых зарослей, согласно материалам лесоустройства характерна для влажных типов лесорастительных условий (C3 и E3);

5) березово-осинники степовищнево-костянично-землянично-пырейные (*Populus tremula* + *Betula krylovii* – *Cerasus fruticosa* – *Elytrigia repens* + *Fragaria viridis* + *Rubus saxatilis*), ассоциация, судя по всему, является одной из сукцессионной стадий ксерофитизации березово-осиновых лесов, характерна для более сухих лесорастительных условий (C2), где малина полностью вытесняется мощным кустарниковым подлеском вишни степной либо кустарниковый подлесок полностью отсутствует;

6) березняки малиново-степовищнево-вейниково-пырейные (*Betula krylovii* – *Rubus idaeus* + *Cerasus fruticosa* – *Elytrigia repens* + + *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), ассоциация, также, вероятно, является одной из сукцессионных стадий ксерофитизации (от C3 к C2) в ходе

которой формируется березовый полог с полным или значительным выпадением из него осины и мощным кустарниковым подлеском из малины и степной вишни и доминированием в травостое пырея с содоминантным вейником наземным, при этом такие виды, как *Fragaria viridis* и *Rubus saxatilis* характеризуются низким относительным обилием и численностью и формируют фрагментарный второй ярус травостоя;

7) березово-осинники степовищнево-малиново-костянично-земляничные (*Populus tremula* + *Betula krylovii* – *Cerasus fruticosa* + *Rubus idaeus* – *Fragaria viridis* + *Rubus saxatilis*), еще одна ассоциация, являющаяся одной из сукцессионных стадий ксерофитизации (С2) мелколиственных Зауральских лесов, но с сохранением преимущественно сильвантного травостоя из сравнительно небольшого числа видов с невысоким относительным обилием и численностью;

8) сложные осиново-березняки степовищнево-костянично-земляничные (*Betula krylovii* + *Populus tremula* – *Cerasus fruticosa* – *Fragaria viridis* + *Rubus saxatilis*), самая широко представленная в описаниях ассоциация, характерная для типов леса, указанных в лесоустроительных материалах «сосняк разнотравный (С2)», в древостое доминирует осина с содоминантной березой, имеется развитый второй ярус древостоя из *Frangula alnus Mill* и *Viburnum opulus L.* с мощным подлеском из степной вишни и абсолютным доминированием в травостое земляники, указанные выше в других ассоциациях доминантные и содоминантные виды *Rubus idaeus*, *Elytrigia repens*, также встречаются в описаниях этой ассоциации, но в значительно меньшей численности и с низкими показателями относительного обилия;

9) осиново-березняки степовищнево-земляничные (*Betula krylovii* + *Populus tremula* – *Cerasus fruticosa* – *Fragaria viridis*), в отличие от предыдущей ассоциации, второй ярус не образуется, либо фрагментарный, из *Frangula alnus*, также в травостое практически отсутствует костяника;

10) березняки разнотравные (*Betula krylovii herbosum*), характеризуются чистым березовым древостоем и фрагментарным травостоем из *Fragaria viridis* и *Rubus saxatilis* и лесолугового разнотравья с низкими показателями относительного обилия и численности видов;

11) сложные березняки и березово-сосняки дубравномятликовые (*Pinus sylvestris* + *Betula krylovii* – *Poa nemoralis L.*), характеризуются березово-сосновым или березовым с участием сосны древостоем, развитым вторым ярусом из *Frangula alnus* и *Viburnum opulus* отсутствием кустарникового яруса или фрагментарным ярусом из *Rubus idaeus*, в травостое доминирует мятыник дубравный, также характерны указанные выше сильвантные виды с низким относительным обилием и численностью, а также широкая представленность лесолуговых видов;

12) березняки костянично-дубравномятликовые (*Betula krylovii* – *Poa nemoralis* + *Rubus saxatilis*), от предыдущей ассоциации отличается чистым березовым древостоем без второго яруса и кустарникового подлеска (либо фрагментарным из *Rubus idaeus*) и небольшой представленностью лесо-луговой компоненты травостоя.

Ординация выделенных ассоциаций проводилась методом неметрического многомерного шкалирования (выделено две статистически значимые оси ординации описаний) и по рассчитанным по описаниям фитоиндикационным балльным показателям ведущих экологических факторов (12). Сопоставление ассоциаций с координатами в пространстве шкалирования и балльными оценками в ходе дискриминантного анализа показала 100 % правильность классификации, что указывает на высокую эколого-ценотическую и биотопическую специфичность выделенных растительных ассоциаций.

Обе оси неметрического шкалирования оказались статистически значимыми, а среди экологических факторов значимыми определялись в первую очередь показатели климатопов и освещенность (фактически – тип экологической структуры древостоя) [8]. Ведущим фактором

дискриминации, значительно отличающимся по статистическим критериям (частная лямбда и уровень значимости) определяются минимальные зимние температуры (суховость зим), что вполне согласуется с климатическими условиями степного Южного Зауралья. Из эдафических факторов статистически значимыми для дискриминации были режим кислотности почв и почвенное увлажнение.

Фитоиндикационные показатели режимов ведущих абиотических факторов биотопов обследованных лесных ассоциаций практически идентичны (таблица 1). Для подавляющего большинства выделенных растительных ассоциаций разницы между режимами практически не наблюдается (колебания в пределах балла, что соответствует одному типу режима фактора). Только для отдельных ассоциаций отмечаются биотические особенности.

Таблица 1 – Характеристика биотопов лесной растительности окрестностей с. Костыгин Лог, балл

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

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
11	11,2	6,2	7,9	7,0	7,4	5,7	6,7	8,2	12,1	9,4	7,7	6,5
12	11,0	6,3	8,0	7,3	7,3	5,8	6,4	8,2	11,8	9,3	7,5	6,7

П р и м е ч а н и е :

- (hd) почвенное увлажнение и (fh) его переменность;
- (sl) солевой, (nt) азотный и (rc)кислотный режимы;
- (Ca) режим кальция и (ae) почвенной аэрации;
- (tm)терморежим, (om) омброрежим и (Cr) криоклимат;
- (Kn) континентальность или амплитуда температур;
- (lc)освещённость

Для биотопов лесной растительности окрестностей с. Костыгин Лог характерны следующие режимы ведущих экологических факторов:

– почвенное увлажнение в пределах сухолесного типа с преимущественно весенним промачиванием и дефицитом влаги во второй половине лета, наименьший режим (ближе к ксерофитному) характерен для сосняков костянично-земляничных, а наибольший (ближе к мезофильному);

– для березово-осинников степовишнево-малиново-костянично-земляничных, необходимо отметить, что указанные в материалах лесоустройства уровни увлажнения для типов лесорастительных условий (2 и 3) не соответствует типам режимов, определяемых фитоиндикационными методами, которые показывают более сухие режимы (1-2);

– переменность почвенного увлажнения в пределах режима, переходного от умеренно неравномерного к неравномерному промачиванию, соответствует сухим и суховатым (1-2) типам увлажнения, максимальные показатели (переходный к неравномерному режиму промачивания) характерны для березняков малиново-степовишнево-вейниково-пырейных;

– кислотность почв в пределах переходного режима от слабокислого к нейтральному, разница в режимах между ассоциациями незначительная;

- солевой режим в пределах режима достаточно богатых солями эдафотопов с минимальными показателями (обогащенные солями почвы – аналог солевого режима выщелоченных черноземов), только пырейники с лугово-лесным разнотравьем характеризуются типом солевого режима, сходным с солевым режимом черноземных почв;
- по режиму кальция биотопы характеризуются как нейтральные с незначительным содержанием карбонатов (аналоги серых лесных почв), режим фактора варьирует в пределах одного типа режима;
- биотопы характеризуются как бедные минеральным азотом (0,2-0,3 %), режим фактора между ассоциациями практически не варьирует;
- биотопы определяются как переходные между значительно и умеренно аэризованными с недостаточным промачиванием корнеобитаемого слоя почвы, наибольшие показатели аэрации (минимальный средний балл) характерны для сосняков костяично-пырейных, а наименьшие (максимальный средний балл) – березняков разнотравных;
- терморежим переходный от субмикротермного к субmezотермному типу (переходный от лесостепного к степному), омброрежим (атмосферные осадки) переходный от субаридного к субгумидному (незначительное преобладание испаряемости над осадками в вегетационный период), контрастопы (континентальность) переходного к субконтинентальному типу (близкий к резко континентальному) при переходном к умеренным зимам (зимние температуры от -14°C до -10°C) режиме криоклимата;
- режим освещенности – полуосвещенного типа.

Поскольку обе оси неметрического многомерного шкалирования (NMS) по результатам дискриминантного анализа определяются как статистически значимые для дискриминации выделенных ассоциаций, то дополнительно определялся характер их связи с режимами ведущих абиотических факторов (таблица 2).

Таблица 2 – Идентификация осей многомерного шкалирования биотопов лесной растительности окрестностей с. Костыгин Лог

Оси	Режим биотопа											
	hd	fh	rc	sl	Ca	nt	ae	tm	om	Kn	Cr	lc
NMS 1	-0,28	0,08	0,15	0,18	-0,03	0,28	-0,54	-0,21	0,02	-0,10	-0,10	0,07
NMS 2	-0,07	0,17	0,22	-0,11	0,12	0,00	0,05	-0,01	0,20	0,20	-0,13	-0,27
П р и м е ч а н и е – Полужирным выделены статистически значимые величины тау-Кендалла												

Первая ось ординации (NMS 1) статистически значимо связана с уменьшением почвенного увлажнения при росте аэрации почв (ксерофитизация эдафотопов) и ростом минерального азота. Фактически, это режим, определяющий оstepнение лесных биотопов с формированием сухих степных лесов колочного типа. Вторая ось статистически значимо коррелирует с уменьшением режимом кислотности и освещенности под пологом леса, что можно предварительно обозначить как фактор формирования плотнокронного лесного полога (уменьшение кислотности связано с нейтрализующим эффектом опада, образуемого более плотным лесным пологом).

Графически ординация выделенных ассоциаций представлена в осях неметрического многомерного шкалирования (NMS) (рисунок 11: слева), а в эколого-ценотическом пространстве – двумя способами: в пространстве первых двух дискриминантных функций (рисунок 11: справа) и по матрице квадрата расстояния Махalanобиса методом максимального корреляционного пути [20] (рисунок 11).

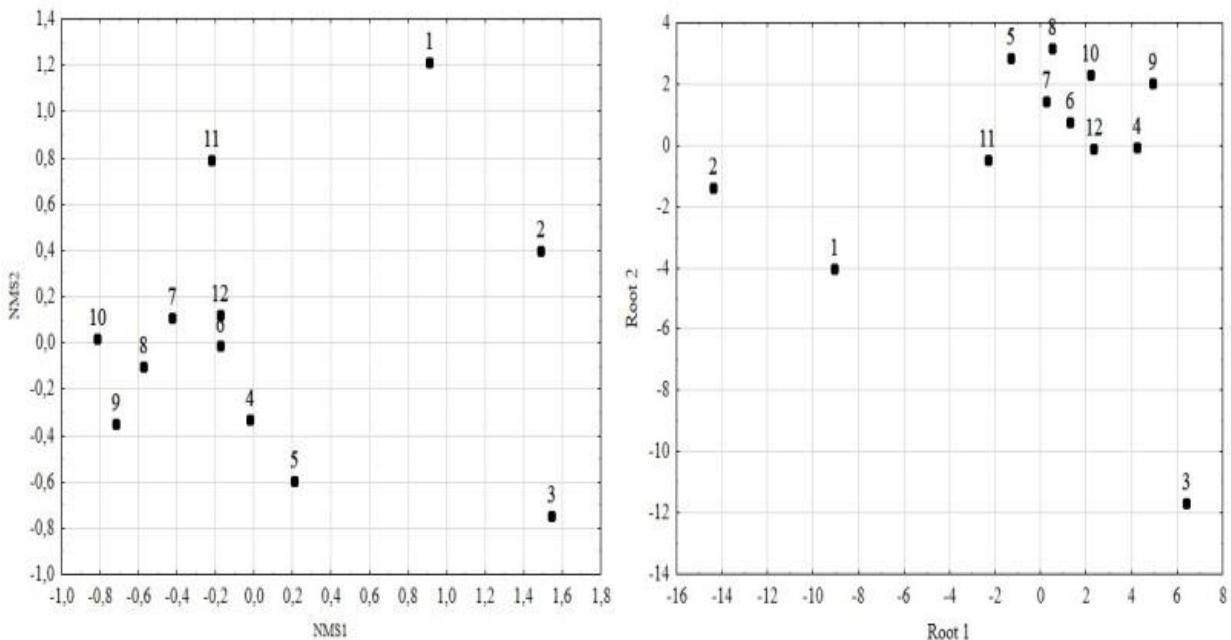


Рисунок 11 – Ординация ассоциаций лесной растительности окрестностей с. Костыгин Лог в первых осях неметрического многомерного шкалирования (NMS1, NMS 2) – слева; и в первых осях дискриминантных функций (Root1, Root2) – справа

Сравнение результатов первых двух ординаций (рисунок 11; рисунок 12) являются практически «зеркальной» копией, что указывает на то, что ведущими факторами являются ценотические, определяемые соотношением и взаимодействием видов древесно-кустарниковых ярусов и травостоя в изученных лесных сообществах. Подавляющее большинство ассоциаций формируют компактнее «облако» мелколиственных (березовых и осиновых) лесов как в пространстве осей неметрического многомерного шкалирования, так и в пространстве первых двух дискриминантных функций. В осях неметрического шкалирования они образуют ряд ценотического замещения от осиново-березняков степово-вишнево-земляничных (9) и березняков разнотравных (10) к березово-осинникам малиново-пырейно-костяично-земляничным (4) и степово-вишнево-костяично-землянично-пырейным (5), четко связанным с процессом ксерофитизации лесных ценозов и изменением экологической структуры древостоя и древесного полога. Отдельно расположены березняки и березово-сосняки дубравномятликовые (11) и резко отличающиеся по ценотической структуре сосняковые (1,2) и пырейные нелесные (3) ассоциации.

При этом ординация методом максимального корреляционного пути (рис. 11) четко показывает, что все определенные растительные ассоциации формируют ряд эколого-ценотического и биотического замещения. В ряду от «центральных» ассоциаций березняков малиново-степовишнево-вейниково-пырейных (6) и осиново-березняков степовишнево-костянично-земляничных (8) идут два разнонаправленных ряда:

1) сукцессионный ряд мелколиственных лесов при остеинении переходящий в пырейные (3) опушечно-полянные ассоциации (рисунок 12 – налево вверх);

2) сукцессионный ряд формирования из мелколиственных березово-осинников и березняков Зауральских степных сосновых лесов (рисунок 12 – направо вниз). Данный ряд четко согласуется с выделенными ранее ведущими факторами ценотического и биотического замещения – уменьшением почвенного увлажнения при росте аэрации почв и трансформацией экологической структуры древостоя при развитии лесного полога в связи со сменой древесных пород.

Как уже указывалось выше, сопоставление режимов биотопов выделенных ассоциаций с указанными в материалах лесоустройства типами леса выявило их несогласованность с точки зрения оценки методами фитоиндикации. В связи с этим нами дополнительно была проведено сопоставление полученных методами фитоиндикации балльных характеристик режимов факторов с выделенными типами леса (таблица 3).

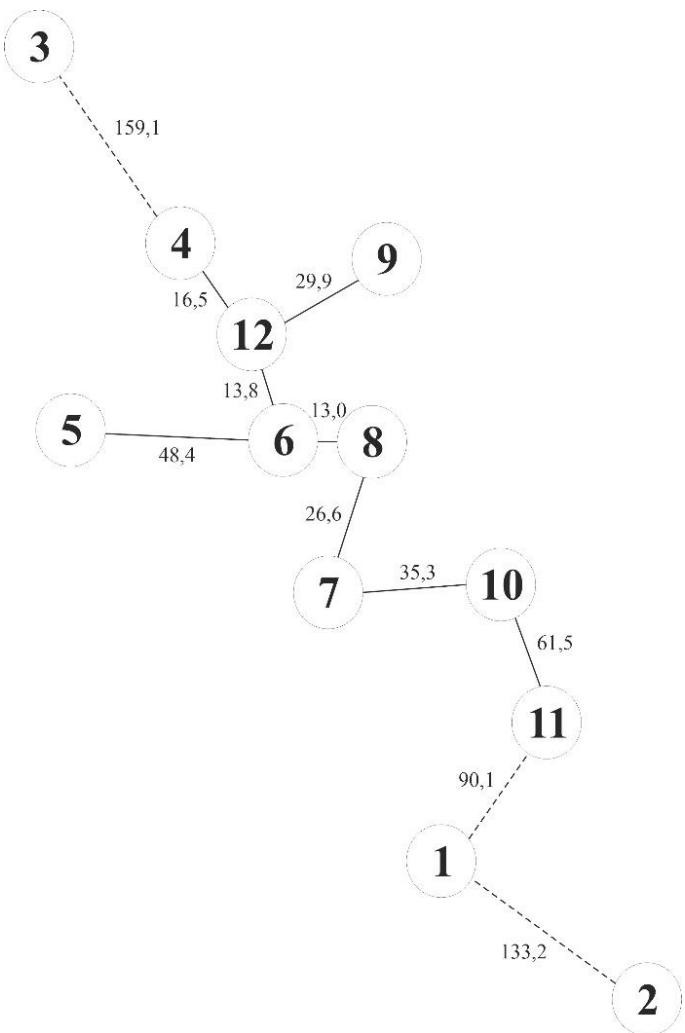


Рисунок 12 – Ординация ассоциаций лесной растительности окрестностей с. Костыгин Лог методом максимального корреляционного пути по квадрату расстояния Махаланобиса (указан цифрами)

Таблица 3 – Характеристика типов леса лесной растительности окрестностей с. Костыгин Лог, балл

Тип леса	Режим биотопа											
	hd	fh	rc	sl	Ca	nt	ae	tm	om	Kn	Cr	lc
Свежие разнотравные сосновки (РТ С ₂)	11,1	6,2	7,8	7,2	7,4	5,6	6,5	8,2	12,0	9,5	7,6	6,8
Влажные сложнотравные сосновки (СЛТР С ₃)	11,2	6,3	7,9	7,3	7,3	5,8	6,4	8,1	11,9	9,5	7,4	6,8
Влажные сложнотравные березняки на солодах (ВЛСЛ Е ₃)	10,7	6,1	8,0	7,3	7,5	5,7	6,2	7,8	12,3	9,5	7,3	6,9
Нелесные пырейные ассоциации	10,5	6,2	8,3	7,9	7,5	5,8	6,1	8,3	11,7	8,9	8,1	6,9

Исходя из показателей таблицы 3 можно сказать, что, во-первых, фитоиндикационными методами не определяется разница в средних баллах режимов почвенного (hd) и атмосферного (om) увлажнения между свежими (C2) и влажными типами леса (C3). Разница же должна быть, поскольку именно такой подход (оценка по гигроморфам или экологическим группам растений по отношению к влажности) был изначально заложен в принципах выделения типов лесорастительных условий. Более того, средний балл режима почвенного увлажнения влажных солодей (E3), полученный фитоиндикационными методами, оказался меньше, чем балл более сухих (C2) типов лесорастительных условий. По фитоиндикационным оценкам лесные гигротопы больше соответствуют суховатым (1) и свежеватым (1-2) типам в понимании школы степного лесоведения А.Л. Бельгарда [8].

Во-вторых, фитоиндикационными методами не определяется разница между трофотопами солодей (E) и сугруд (C) по солевому (sl), азотному (nt) и кислотному (rc) режимам. Разница же, исходя из принципов лесной типологии, должна быть, поскольку солоди – более богатыми солями трофотопы с отличными режимами азота и кислотности (более щелочные) по сравнению с сугрудами, различия должны быть минимум в типах режима.

Точность классификации по режимам экологических факторов была низкой для сложнотравных сосняков (66 %). При этом данные дискриминантного анализа показывают статистически значимые различия в первую очередь по режимам климатопов – лидируют (как и в случае анализов биотопов растительных ассоциаций) минимальные зимние температуры (суворость зим). Среди эдафических факторов в модели как статистически значимые представлены режим почвенного увлажнения, режим кислотности и аэрации почв. Но это объясняется тем, что в анализ были включены нелесные пырейные ассоциации, которые и отличаются по этим типам режима от лесных биотопов. Единственно, типы солодей (E)

отличаются от сугрудовых типов леса (С) более низкими балльными показателями аэрации почв, что как раз объясняется сезонной динамикой уровня грунтовых вод и сезонной обводненностью почвенных профилей для солодей, где промывной тип в зависимости от сезона и года может меняться на выпотной.

Ординация геоботанических описаний в осиях первых дискриминантных функций при группировке по типам леса, согласно лесоустроительным материалам, показал парадоксальную ситуацию (рисунок 13).

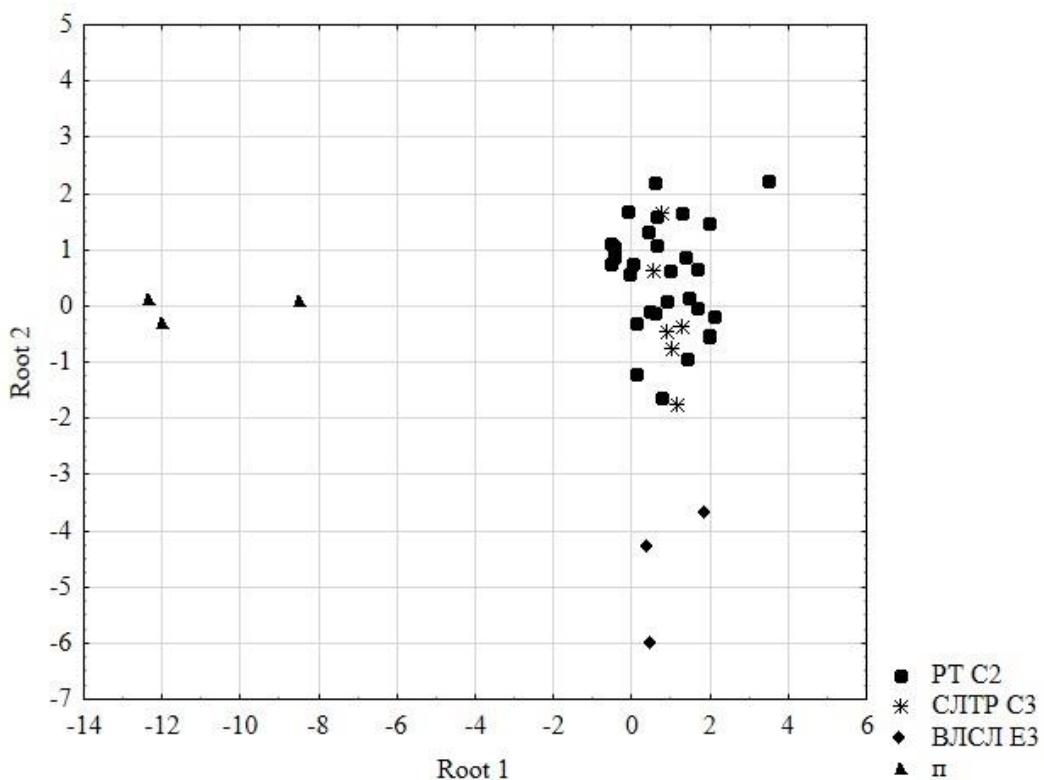


Рисунок 13 – Ординация типов леса окрестностей с. Костыгин Лог в первых осиях дискриминантных функций (Root1, Root2), индекс типов леса см. в табл. 4, п – пырейные ассоциации

При исследованиях в выделах, для которых в описаниях указаны сосновые типы леса (разнотравные и сложнотравные сосняки) были обнаружены березовые и березово-осиновые лесные ассоциации. При этом в двух выделах, где указаны влажные березняки на солодах обнаружены сухие сосняки костянично-пырейные. В целом для лесных ценозов более точные биотопические показатели дает анализ на основе выделенных растительных ассоциаций.

Выводы по третьей главе

Окрестности с. Костыгин Лог, находясь в лесостепной зоне, характеризуется разнообразием экологических условий. Растения, произрастающие в этом районе, формируют различные экологические группы в зависимости от своих адаптаций к факторам среды.

1. По отношению к увлажнению:

- ксерофиты: растения, приспособленные к жизни в условиях недостатка влаги;
- мезофиты: растения, произрастающие в условиях умеренного увлажнения. Это наиболее многочисленная группа, включающая луговые травы, большинство лиственных деревьев (береза, осина), кустарники;
- гигрофиты: растения, приспособленные к жизни в условиях избыточного увлажнения.

2. По отношению к свету:

- гелиофиты (светолюбивые): растения открытых пространств, степей, лугов. Не выносят затенения;
- сциофиты (тенелюбивые): растения, живущие в условиях затенения. Встречаются в лесах, под пологом деревьев;
- факультативные гелиофиты (теневыносливые): растения, способные расти как на свету, так и в условиях умеренного затенения.

3. По отношению к температуре. Растения в целом относятся к умеренному климатическому поясу. Выраженной группы криофитов (растений, приспособленных к низким температурам) здесь нет.

4. По отношению к почвам. Галофиты – растения засоленных почв. Встречаются в отдельных районах области, где почвы содержат повышенное количество солей.

Лесорастительные выделы окрестностей с. Костыгин Лог отражают ее положение в лесостепной зоне. Хотя лесистость области невысока, леса

представлены разнообразными типами, которые можно сгруппировать следующим образом:

1. Сосновые леса (боры). Распространены преимущественно на песчаных почвах, часто в долинах рек. Доминирующая порода – сосна обыкновенная. Встречаются также береза и осина. Различают лишайниковые, зеленомошные и сфагновые боры в зависимости от типа напочвенного покрова. Лишайниковые боры характерны для самых сухих условий, сфагновые – для более влажных.

2. Березовые леса (березняки). Широко распространены по всей области, как на равнинных участках, так и на склонах. Доминирующая порода – береза бородавчатая и пушистая. Часто встречается в смеси с осиной. Различают травяные, разнотравные и папоротниковые березняки в зависимости от состава травяного яруса.

3. Осиновые леса (осинники). Осина часто встречается как примесь в березняках и сосняках, но может образовывать и чистые осинники. Произрастают на различных типах почв, часто на местах вырубок или пожарищ.

4. Смешанные леса. Представляют собой сочетание хвойных и лиственных пород. Например, сосново-березовые или березово-осиновые леса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведено геоботаническое обследование окрестностей с. Костыгин Лог (Целинный район Курганской области). В результате исследований определено 48 видов сосудистых растений.

Методами многомерной статистики и с использованием доминантного подхода выделено 12 лесных растительных ассоциаций. Выделенные ассоциации характеризуются биотопами и растительными сообществами, специфичными по ценотической структуре и некоторым режимам экологических факторов.

Методами фитоиндикации для лесных ассоциаций окрестностей с. Костыгин Лог определены ведущие режимы эдафических и климатических факторов. В формировании ценотической структуры исследованных сообществ ведущую роль играют уменьшение почвенного увлажнения и нарастание аэрации почв, но в первую очередь факторы лесных климатопов, определяемые составом и структурой древесно-кустарниковой растительности, формирующей тип экологической структуры древостоя различной осветленности и плотности крон. Во всех вариантах анализа ведущим фактором являлся режим суховости зим (минимальные зимние температуры), что согласуется с климатическими условиями Степного Зауралья.

Флористический состав и ценотическая структура растительных сообществ Южного Зауралья представляют собой динамичную и разнообразную систему, которая обеспечивает множество экосистемных услуг. Сохранение этих сообществ требует внимательного подхода к управлению природными ресурсами и охране окружающей среды.

Для обследованных ассоциаций лесной растительности окрестностей с. Костыгин Лог установлены ряды эколого-ценотического замещения, которые также являются и сукцессионными рядами лесных сообществ, формирующихся в процессе трансформации мелколиственных березовых и

березово-осиновых лесов в результате остепнения или сильватизационной сукцессионной динамики в сосновые лесные ассоциации.

Лесотипологическая оценка сообществ лесной растительности окрестностей с. Костыгин Лог требует пересмотра и уточнения исходя из существующих характеристик биотопов и растительного покрова.

Курганская область, расположенная в лесостепной зоне России, отличается разнообразными биотопами, которые формируются под влиянием климатических, почвенных и антропогенных факторов. Основные биотопы Курганской области можно разделить на несколько категорий:

1. Лесные биотопы:

- сосновые боры: растут на песчаных и бедных почвах. Характеризуются преобладанием сосны обыкновенной, в подлеске встречаются береза, осина, а травяной ярус представлен, как правило, хвойными и ксерофитными растениями;
- березовые леса (березняки): часто встречаются в низинных районах и смешиваются с осиной. В травяном ярусе хорошо развиты луговые травы;
- смешанные леса: сосна, береза и осина формируют смешанные леса, особенно в переходных зонах между степями и лесами.

2. Луговые биотопы. Луга – местами с влажными почвами, где преобладают травяные растительности. Встречаются как в поймах рек, так и на возвышенностях.

3. Антропогенные биотопы. Сельскохозяйственные угодья – пашни и пастбища, где произрастают как культурные, так и дикорастущие виды растений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алесенков Ю. М. Лесорастительные условия и типы лесов Курганской области / Ю. М. Алесенков // Проблемы лесного хозяйства Зауралья и пути их решения : материалы регион. науч.-практ. конф. – Курган : Изд-во Курган. гос. ун-та [б. и.], 2004. – С. 28–31.
2. Александрова В. Д. Классификация растительности: обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах / В. Д. Александрова. – Ленинград : Наука, 1969. – 274 с.
3. Алехин В. В. География растений с основами ботаники / В. В. Алехин, В. С. Говорухин, Л. В. Кудряшов. – Москва : Учпедгиз, 1961. – 532 с.
4. Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов / пер. с англ. под ред. А. Н. Гельфана, Н. М. Новиковой, М. Б. Шадриной. – Москва : РАСХН, 1999. – 306 с.
5. Андреев В. Л. Классификационные построения в экологии и систематике / В. Л. Андреев – Москва : Наука, 1980. – 142 с.
6. Апаля-Шидлине Дз. Об индикаторных биоэкогруппах / Дз. Апаля-Шидлине // Теоретические вопросы фитоиндикации : Сборник статей / отв. ред. А. А. Корчагин. – Ленинград : Наука, 1971. – С. 37–43.
7. Булохов А. Д. Экологическая оценка среды обитания методами фитоиндикации / А. Д. Булохов. – Брянск : изд-во БГПУ, 1996. – 104 с.
8. Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – Москва : Лесная промышленность, 1971. – 336 с.
9. Систематический анализ рода *Betula* и некоторые морфологические, фитопатологические и физиологические особенности листвьев *Betula krylovii* G. Kryl. в зависимости от среды обитания / М. В. Белоглазова, М. В. Пермякова [и др.] // Вестник Курганского государственного университета. – 2017. – № 4. – С. 4–11.

10. Егоров В. П. Почвы Курганской области : учеб. пособие для вузов по агрон. специальностям / В. П. Егоров, Л. А. Кривонос; Кург. гос. с.-х. акад. им. Т. С. Мальцева, Кург. землеустроит. проект.-изыскат. предприятие «Уралниигипрозем» – Курган : Зауралье, 1995. – 173 с.

11. Заугольнова Л. Б. Иерархический подход к анализу лесной растительности малого речного бассейна // Л. Б. Заугольнова – Ботанический журнал. – 1999. – Т. 84, № 8. – С. 42–56.

12. Казанская Н. С. Опыт применения экологических шкал Л. Г. Раменского при количественном изучении динамики растительности / Н. С. Казанская, В. Д. Утехин // Ботанический журнал. – 1971. – Т. 56, № 8. – С. 1135–1140.

13. Методы изучения лесных сообществ : монография / Е. Н. Андреева, И. Ю. Баккал [и др.]; Рос. акад. наук. Ботан. ин-т им. В. Л. Комарова. – Санкт-Петербург : НИИХ Химии СПбГУ, 2002. – 240 с.

14. Наumenko Н. И. Флора и растительность Южного Зауралья / Н. И. Науменко. – Курган : КГУ, 2008. – 512 с.

15. Науменко Н. И. Флористическое районирование Южного Зауралья / Н. И. Науменко // Вестник СПбГУ. – 2004. – Сер. 3. Биология. – Вып. 1. К 100-летию А.И. Толмачева. – С. 69–90.

16. Науменко Н. И. Некоторые показатели флоры Южного Зауралья / Н. И. Науменко // XIV Всероссийской научно-практич. конф. – «Словцовские чтения» : матер. докл. и сообщ. – Тюмень : Изд-во Тюмень. гос. ун-та [б. и.], 2002. – С. 231–233.

17. Науменко Н. И. «Зеленые страницы» Красной книги Курганской области / Н. И. Науменко // Музей, ты – мир : матер. научно-практич. конф., посв. 50-летию Курганского обл. краеведч. музея, Курган, 1-2 ноября 2001. –Изд-во Курган. гос. ун-та [б. и.], 2002. – С. 253–264.

18. Науменко Н. И. Развитие сети особо охраняемых природных территорий Курганской области и охрана растительного покрова региона: некоторые итоги и перспективы / Н. И. Науменко // Проблемы и

перспективы развития особо охраняемых природных территорий Курганской области: Материалы семинара-совещания 26.09.2002, г. Курган. – Курган : ГУПР по Курганской области, 2002. – С. 35–43.

19. Науменко Н. И. Флористические исследования на кафедре ботаники и генетики Курганского университета / Н. И. Науменко // Роль производственных и полевых практик в подготовке специалистов естественнонаучного профиля : тез. докл. научно-практич. конф., г. Курган, 23-24.04.2002. –Изд-во Курган. гос. ун-та [б. и.], 2002. – С. 51–56.

20. Ниценко А. А. Растительная ассоциация и растительное сообщество как первичные объекты геоботанического исследования. Сущность, свойства и методы выявления / А. А. Ниценко. – Ленинград : Наука, 1971. – 184 с.

21. Пономарев А. К. К биологии цветения люцерны в южной лесостепи Зауралья / А. К. Пономарев // Изв. Естеств.-научн. ин-та при Молотовском гос. ун-те. – Молотов, 1950. – Т.12. – Вып. 10. – С. 429–443.

22. Попов М. Г. Флора Средней Сибири : В 2 т. Т.1 / М. Г. Попов. – Москва – Ленинград : Изд-во АН СССР, 1957. – Т. 1-2. – 918 с.

23. Работнов Т. А. О применении экологических шкал для индикации эдафических условий произрастания растений / Т. А. Работнов // Журнал общей биологии. – 1979. – Т. 4, № 1. – С. 35–42.

24. Раменский Л. Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель / Л. Г. Раменский. – Москва : Сельхозгиз, 1938. – 620 с.

25. Терентьев П. В. Метод корреляционных плеяд / П. В. Терентьев // Вестник Ленинградского государственного университета. – 1959. – № 9. – С. 137–141.

26. Тихомиров В. Н. Методы анализа биологического разнообразия / В. Н. Тихомиров. – Минск : БГУ, 2009. – 87 с.

27. Фрейберг И. А. Лесорастительное районирование Зауральской лесостепи / И. А. Фрейберг, Н. А. Луганский // Известия ВУЗов. Лесной журнал. – 2007. – № 2. – С. 34–40.
28. Ханина Л. Г. Новый метод анализа лесной растительности с использованием многомерной статистики / Л. Г. Ханина, В. Э. Смирнов, М. В. Бобровский // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. – 2002.– С. 40–47.
29. Харитонова О. В. Синантропизация растительного покрова заповедных территорий в градиенте высотной / О. В. Харитонова; Институт экологии растений и животных – Екатеринбург : УрО РАН, 2008. – 23 с.
30. Эколого-ценотические группы флоры сосудистых растений Южного Зауралья и фитоиндикация биотопов / Н. Н. Назаренко, С. М. Похлебаев [и др.] // Самарский научный вестник. – 2022. – Т. 11. – № 2. – С. 85–96.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таксационное описание лесных биотопов окрестностей

с. Костыгин Лог

Таблица 1.1 – Таксационное описание

Номер выдела	Площадь	Состав. Подрост, подлесок, покров, почва, рельеф, особенности лесотаксационного выдела.	Ярус	Элемент леса	Возраст	Высота	Диаметр	Тип леса
1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	6,5	Лесные культуры 10С подлесок: ВШС ШП ГУСТОЙ, охранная зона ЛЭП, 20м, 110кВ, НЕБ. УЧ-КИ СРЕДИ БЕЗЛЕСН. ПРОСТ.	1	С	47	19	18	РТ С2
12	0,3	8ОС2Б подлесок: ВШС ШП СРЕДНИЙ, ПОЛНОТА НЕРАВНОМЕРНАЯ, НЕБ. УЧ-КИ СРЕДИ БЕЗЛЕСН. ПРОСТ.	1	ОС	35	15	14	СЛТР
			15	Б		16	16	С3
13	11,6	6Б4ОС подрост: 7ОС3Б (10) 6,0 м, 1,0 тыс.шт/га подлесок: ВШС ШП ГУСТОЙ, СОСТАВ НЕОДНОРОДНЫЙ, ПОЛНОТА НЕРАВНОМЕРНАЯ охранная зона ЛЭП, 20м, 110кВ, НЕБ. УЧ-КИ СРЕДИ БЕЗЛЕСН. ПРОСТ.	1	Б	60	19	24	РТ С2
			18	ОС	40	16	18	
14	1,5	8ОС2Б единичные деревья 10Б подлесок: ВШС ШП СРЕДНИЙ НЕБ. УЧ-КИ СРЕДИ БЕЗЛЕСН. ПРОСТ.	1	ОС	15	8	8	РТ С2
			8	Б		8	8	
15	1,6	6ОС4Б подрост: 7ОС3Б (10) 8,0м, 1,0 тыс./га подлесок: ВШССПР ШП ГУСТОЙ повреждение БОЛЕЗНЯМИ ЛЕСА, ОСИНА, СРЕДНЯЯ СТЕПЕНЬ ПОВР., ТРУТОВИК ЛОЖНЫЙ ОСИНОВ. НЕБ. УЧ-КИ СРЕДИ БЕЗЛЕСН. ПРОСТ	1	ОС	45	18	22	РТ С2
			18	Б		18	24	

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	1,8	Лесные культуры 10С	1	С	47	19	18	РТ С2
17	0,3	Лесные культуры 10С	1	С	47	18	22	РТ С2
18	0,4	8ОС2Б+Б НЕБ. УЧ-КИ СРЕДИ БЕЗЛЕСН. ПРОСТ.	1	ОС	5	2	2	РТ С2
			2	Б		2	2	
				Б	50			
19	0,4	10ОС озу: ДР.ОСОБО ЗАЩ.УЧ.ЛЕС.-НЕБ.УЧ.ЛЕС.СРЕДИ БЕЗЛЕС.ПРОСТ	1	ОС	5	2	2	ВЛСЛ Е3
20	0,1	10ОС+Б озу: ДР.ОСОБО ЗАЩ.УЧ.ЛЕС. - НЕБ.УЧ.ЛЕС.СРЕДИ БЕЗЛЕС.ПРОСТ	1	ОС	5	2	2	ВЛСЛ Е3
21	1,2	10ОС+Б озу: ДР.ОСОБО ЗАЩ.УЧ.ЛЕС. - НЕБ.УЧ.ЛЕС.СРЕДИ БЕЗЛЕС.ПРОСТ	1	ОС	5	1,5	2	СЛТР С3
23	0,4	8ОС2Б озу: ДР.ОСОБО ЗАЩ.УЧ.ЛЕС. - НЕБ.УЧ.ЛЕС.СРЕДИ БЕЗЛЕС.ПРОСТ	1	ОС	5	3	4	СЛТР С3
			4	В	10	6	6	
25	1,1	10Б	1	Б	70	18	32	РТ С2
26	7,2	10Б	1	Б	60	19	36	РТ С2
28	0,6	БИОПОЛЯНА						
29	0,9	10Б подлесок: ВШС ШП СРЕДНИЙ озу: ДР.ОСОБО ЗАЩ.УЧ.ЛЕС.- НЕБ.УЧ.ЛЕС.СРЕДИ БЕЗЛЕС.ПРОСТ	1	Б	70	22	32	РТ С2
30	0,3	8ОС2Б подлесок: ИВК ВШС СРЕДНИЙ	1	ОС	10	4	4	ВЛСЛ Е3
			4	Б		4	4	
31	1,4	8Б2ОС подлесок: ШП ВСШ РЕДКИЙ	1	Б	60	18	28	СЛТР С3
			18	ОС	45	18	20	
32	0,7	ПРОГАЛИНА подрост:7Б3ОС (5) 1,0 м, тыс. шт/га Проведено сод.- минерализ.		Б				РТ С2
38	1,4	9ОС1Б подлесок: ВШС ШП СРЕДНИЙ	1	ОС	10	5	4	РТ С2
			5	Б		5	4	

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
39	2,1	5Б5ОС	1	Б	10	5	4	СЛТР С3
			5	ОС		5	4	
40	7	10Б подлесок: ВШС ШП ГУСТОЙ	1	Б	70	20	32	РТ С2
41	2,2	ПОЛЯНА						
42	2,5	10Б подлесок: ВШС РЕДКИЙ	1	Б	70	20	32	РТ С2
43	2,1	10Б	1	Б	5	2	2	РТ С2
44	1,6	10Б	1	Б	60	17	28	РТ С2
45	12,3	10Б подлесок: ВШС ШП СРЕДНИЙ	1	Б	70	20	28	РТ С2
46		10Б	1	Б	65	18	24	РТ С2
47	2	10Б	1	Б	60	18	32	РТ С2
48	12	6Б4Б подлесок: ВШС ШП СРЕДНИЙ	1	Б	75	20	36	РТ С2
			18	Б	55	18	28	
49	0,3	10Б подлесок: ШС Ж СРЕДНИЙ озу: ДР.ОСОБО ЗАЩ.УЧ.ЛЕС. - НЕБ.УЧ.ЛЕС.СРЕДИ БЕЗЛЕС.ПРОСТ	1	Б	70	21	32	РТ С2
55	1	лесные культуры 6С2Б2ОС подлесок: ВШС ШП ГУСТОЙ	1	С	47	20	24	РТ С2
			21	Б	50	22	26	
				ОС		22	26	
56	6,5	10Б ПОДРОСТ: 5Б5КЛ (10) 4,0 м, 1,0 тыс. шт/га подлесок: ВШС ШП ГУСТОЙ	1	Б	65	21	36	РТ С2
57		10Б подлесок: ВШС ШП ГУСТОЙ	1	Б	70	22	32	РТ С2
58	0,6	9ОС1Б подлесок: ВШС ШП ГУСТОЙ Повреждение БОЛЕЗНЯМИ ЛЕСА, ОСИНА, СРЕДНЯЯ СТЕПЕНЬ ПОВР., ТРУТОВИК ЛОЖНЫЙ ОСИНОВ.	1	ОС	45	18	20	СЛТР С3
			18	Б		18	20	
59	0,1	10Б подрост:10Б (10) 6,0 м, 1,0 тыс. шт/га подлесок: ШП ВШС РЕДКИЙ	1	Б	70	19	36	РТ С2

Окончание таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
60	2,1	8Б2Б подлесок: ШП РЕДКИЙ	1	Б	30	15	16	РТ С2
			16	Б	55	19	24	
61	1,3	10Б подлесок: ВШС ШП РЕДКИЙ культуры-97 г., состояние погибшие, заглушение лиственными	1	Б	30	15	16	РТ С2
62	0,5	10Б подрост: 10Б (15) 7,0 м, 1,0 тыс. шт/га озу: ДР.ОСОБО ЗАЩ.УЧ.ЛЕС. - НЕБ.УЧ.ЛЕС.СРЕДИ БЕЗЛЕС.ПРОСТ	1	Б	70	20	40	РТ С2
64	0,5	10Б подлесок: ВШС ШП СРЕДНИЙ озу: ДР.ОСОБО ЗАЩ.УЧ.ЛЕС. - НЕБ.УЧ.ЛЕС.СРЕДИ БЕЗЛЕС.ПРОСТ	1	Б	65	18	26	РТ С2
67	0,8	10Б+Б подлесок: ВШС ШП РЕДКИЙ озу: ДР.ОСОБО ЗАЩ.УЧ.ЛЕС.- НЕБ.УЧ.ЛЕС.СРЕДИ БЕЗЛЕС.ПРОСТ	1	Б	70	21	28	РТ С2
				Б	50			