



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

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

БИОТОПЫ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ КАСЛИНСКОГО
УЧАСТКОВОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

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

Проверка на объем заимствований:
79,82 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

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

Выполнил:
Студент группы ОФ-401/058-4-1
Самохвалов Никита Сергеевич

Самох

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

Челябинск
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ	
ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ..	
1.1 Неоднородность растительности и структурные уровни организации растительного покрова.....	6
1.2 Горизонтальная структура лесных экосистем – обзор современных концепций и теорий.....	15
Глава 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И МЕТОДЫ	
ИССЛЕДОВАНИЯ.....	
2.1 Физико-географическая характеристика	25
2.1.1 Географическое положение	25
2.1.2 Климат, поверхностные воды, почвы	25
2.2 Характеристика Каслинского лесничества	26
2.3 Методика изучения горизонтальной структуры фитоценозов.....	33
2.3.1 Метод главных компонент	33
2.3.2 Метод экологических шкал.....	35
2.3.3 Методика исследования мозаичности лесных экосистем Каслинского участкового лесничества	40
Глава 3 МОЗАИЧНОСТЬ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ	
КАСЛИНСКОГО УЧАСТКОВОГО ЛЕСНИЧЕСТВА.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	51

ВВЕДЕНИЕ

Лесные экосистемы Южного Урала формируются в условиях климата с резко выраженной сезонностью и занимают около 32% территории Челябинской области (8 административных районов). В настоящее время большая часть лесов области являются защитными (2057,4 тыс.га или 77,8%), остальные леса эксплуатационные (584,5 тыс. га или 22,2%). По породному составу преобладают сосна (24,3%) и береза (52,8%). В соответствии с экономическим, экологическим и социальным значением лесного фонда, его местоположением и выполняемыми им функциями все леса отнесены к I и II группам.

Современные тенденции в изучении мозаичности экосистем состоят в рассмотрении растительного покрова как непрерывного целого, сформированного совокупностью разномасштабных единиц, где фитоценоз является лишь одним из пространственных элементов [89]. Мозаичная организация растительности формируется под влиянием многих экологических факторов, которые по-разному влияют на формирование мозаик разного уровня [21, 45]. Наименее изученными в настоящий момент являются мозаичность и ее факторы на уровне микросайт – биотоп [21], где формируется парцеллярная и ценотическая структура экосистем, определяющая характер материально-энергетического обмена, естественное возобновление и сукцессионную динамику.

Объект исследования: мозаичность лесных экосистем Каслинского участкового лесничества

Предмет исследования: березовые и сосновые насаждения Каслинского участкового лесничества

Цель работы: изучение мозаичности растительности лесных экосистем Каслинского района на примере Каслинского участкового лесничества

Задачи данной работы:

- анализ распределения видов травянистой растительности в лесных экосистемах
- выделение объективных многовидовых мозаик лесного травостоя Каслинского участкового лесничества
- фитоиндикационная оценка биотопов лесных экосистем Каслинского участкового лесничества
- определения ведущих экологических факторов формирования мозаик лесной растительности Каслинского участкового лесничества.

Глава 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

1.1 Неоднородность растительности и структурные уровни организации растительного покрова

По мнению Грейг-Смита П. [96], неоднородность пространственного сложения – одно из наиболее фундаментальных свойств растительного покрова. Она довольно ярко проявляется в неравномерном (то есть в отличном от случайного) размещении по площади сообществ отдельных видов, в контрастности хорошо различимых сообществ и в мозаичной структуре того, что мы обычно считаем одним сообществом.

С учетом того, что неоднородность (мозаика) повсеместна и имеет размеры вплоть до самых небольших, на первом этапе работы перед геоботаником часто возникают два важных вопроса. Какую растительность считать гомогенной и на основе каких принципов выделять пространственные мозаики? Какой пространственный уровень (масштаб) неоднородности и соответственно, какой размер площадок выбрать для работы? От ответов на эти вопросы во многом зависят конечные результаты и выводы любого исследования.

Даль Э. и Гадач Э. [4] называют отдельный вид гомогенно распределенным по конкретной площади, если вероятность нахождения его особи внутри площадки заданного размера является одной и той же во всех частях площади. Сообщество же Даль и Гадач называют гомогенным, если гомогенно распределены все входящие в него виды. Не вызывает сомнений, что это определение можно без изменений принять и для мозаик других уровней -выше и ниже фитоценотического.

Однако распределение отдельных видов, как оказалось, редко является случайным даже в пределах совсем небольших пробных

площадей. Основная масса видов в сообществах всегда имеет контагиозное (агрегированное) распределение. Этот важный вывод стал обобщением большого числа работ, специально посвященных данной проблеме [96,3], и в настоящее время никем не оспаривается. По приведенному определению это означает, что гомогенных сообществ в природе не существует.

Развивая такой подход, многие авторы пришли к выводу, что "мозаичность присуща всем без исключения сообществам, даже таким, которые представлены одновидовыми популяциями..." [82]. На практике это означало, что элементы горизонтальной структуры 1 (микрогруппировки) выделялись прямо в поле по пятнам немногих преобладающих видов; при этом чем больше видов принималось во внимание автором, тем больше типов микрогруппировок он выделял, одновременно, но уменьшая размер выделов. В отдельных случаях даже площадку размером в 1 м² дробили на несколько контуров [73].

Подобного рода субъективные методы подверг резкой критике Василевич В.Н. [3], отмечавший, что выделяемые Ярошенко П.П. и его последователями микрогруппировки «оказываются искусственными, не отличающимися друг от друга ничем, кроме доминирующих видов, на основании которых они и были выделены». Аналогичный субъективизм, по мнению Миркина Б.М. [50], до сих пор процветает при изучении лесных сообществ, где устанавливаются многие типы биогеоценотических эквивалентов микрогруппировок парцелл.

В последнее время стало очевидным, что критерии гомогенности, которые предложили Даль Э.и Гадач Э., сформулированы слишком жестко и выделять пространственные мозаики всех уровней (включая сообщества и микрогруппировки) целесообразно не по немногим доминирующим видам, а по группам сопряженных видов, чья совместная встречаемость обусловлена сходной реакцией на воздействие ряда экологических и фитоценотических факторов. Мы полагаем, что неравномерность распределения отдельных видов следует считать несущественной для

мозаичности всего сообщества, если эти виды не образуют закономерных сочетаний. При таком подходе в поле весь фитоценоз рассматривается как одна совокупность и образцы отбираются рандомизированно или систематически. Микрогруппировки же (если таковые имеются) выделяются в ходе последующей статистической обработки большого числа описаний. Лишь в крайнем случае, когда дискретность в сообществе явно преобладает, отдельные выборки можно получить в пределах четко различимых контуров [51].

Однако и этот подход к выделению пространственных мозаик на основе групп видов может оставаться весьма субъективным до тех пор, пока в каждом конкретном случае не будет четко решаться вопрос о размере учетных площадок. Именно этим выбором во многом определяется характер всех получаемых в ходе работы результатов и, в частности, их соответствие определенной шкале пространственной неоднородности. Очевидно, что в начале исследований мы должны всегда определить желаемый (допустимый) уровень абстракции, а также масштаб наблюдений, наиболее соответствующий изучаемому явлению, поскольку в дальнейшем интерпретировать результаты мы сможем только в рамках выбранного подхода [110]. Недооценка этих фундаментальных принципов лишь подрывает доверие к площадочным методам учета как таковым [50, 51], так как результаты, полученные на площадках разного размера, нередко оказываются трудносопоставимыми между собой.

Решая вопрос о размере площадок, мы прежде всего должны отчетливо представлять, какое место в ряду пространственных единиц растительного покрова занимают наши объекты. Как справедливо отмечают, анализируя роль пространственной и временной шкал в экологических исследованиях Уинс Дж. с соавторами [9], возможный набор масштабов исследования образует континуум, однако в этом континууме удобно выделить по крайней мере пять интервалов: 1) масштаб, соответствующий размерам одиночного неподвижного

организма (индивидуума); 2) масштаб локального пятна, занятого многими индивидуумами одного или нескольких видов; 3) масштаб участка, достаточно большого для того, чтобы включать в себя много локальных пятен или популяций. Происхождение которых связано с расселением; 4) масштаб пространства, достаточно большого для того, чтобы включать в себя систему, в значительной степени закрытую как для иммиграции, так и для эмиграции, и наконец, 5) масштаб биогеографический, включающий разные климаты. Подход авторов (среди которых преобладают зоологи) к выделению масштаба системы, в значительной степени закрытой для иммиграции и эмиграции, частично перекликается с идеей ботаников о выделении площади, на которой может эффективно осуществляться полный оборот поколений вида [67]. Основные принципы многоуровневого подхода и понятие о структурных уровнях собственно растительного покрова достаточно полно сформулировал Мазинг В.В. [39, 40]. Согласно этим принципам, расчленить по горизонтали растительный покров на более или менее однородные элементы можно с различной дробностью. Крупные подразделения включают в себя группировки меньшего размера, а те, в свою очередь, – еще более мелкие. В этом длинном ряду группировок (мозаик) самых различных величин есть только две абсолютные границы: верхняя как совокупность всего растительного покрова Земли и нижняя, определяемая размерами самых мелких растительных организмов.

В своей последней работе Мазинг В.В. [39] выделяет пять основных структурных уровней растительного покрова: 1) популяционный (с той оговоркой, что этот уровень часто понимается как функциональный, но может рассматриваться и как территориальный); 2) ценотический; 3) ландшафтный; 4) региональный достаточно крупных территорий, связанный с комплексом условий среды и историческими факторами формирования флоры и растительности, и 5) планетарный (биосферный), выделяемый как высший в ряду территориальных единиц.

Во многом близкие уровни предлагает различать Э. ван дер Маарель [121]: 1) индивидуума; 2) локального пятна (одновидового или из нескольких видов); 3) уровень популяции; 4) сообщества; 5) уровень ландшафта и б) региональный.

Большинство советских геоботаников, как отмечает Мазинг В.В. [39], считают ценотический уровень главным, а фитоценоз элементарной частицей растительного покрова. (Даже такой последовательный континуалист, как Миркин Б.М. [51], придает очень большое значение критериям, по которым интерценотические мозаики можно было бы отличать от интраценотических). Такие взгляды в известной степени оправдали себя при изучении растительности лесной зоны Северного полушария. Однако знакомство с растительностью других зон и анализ сущности фитоценоза показывают, что в ряду единиц растительного покрова фитоценоз является в такой же мере расчлененным и малоцелостным, как и большинство других объектов геоботаники. Фактически он представляет собой более или менее условный выдел в непрерывной ткани растительного покрова [39].

А вот что пишет об этом Грейг-Смит П. [96]: «Хотя различать мозаику сообществ и мозаики внутри сообществ удобно в силу различий в методах исследования, очевиден переход одного в другое как в отношении масштаба, так и в отношении выраженности. Масштаб мозаик меняется от размеров, связанных с размерами зон влияния отдельных растений (т. е. от десятых долей миллиметра до десятков метров), вплоть до географического. Также сильно меняется и выраженность мозаики, и в некоторых случаях она может быть обнаружена только количественными методами».

Аналогичное положение в своей монографии «Строение растительных сообществ» приводит Корчагин А.А. [32]: «Каждая из территориальных структурных единиц растительности может быть подразделена на более мелкие структурные территориальные единицы, и в

то же время она сама является структурной частью объединения более высокого ранга...».

В последние годы многоуровневый (или иерархический) подход к анализу пространственной структуры растительности получает все большее развитие во всем мире. По-видимому, мы можем говорить о слиянии в единую новую методологию определенных идей из трех разных направлений геоботаники и экологии.

Во-первых, это идеи системного иерархического подхода, характерного для теоретической экологии. Как отмечают Аллин Т. и Старр Т. [84, 85], растительность есть результат взаимодействия большого числа очень разных процессов, каждый из которых имеет свой масштаб. Экстенсивные и медленные процессы свойственны высоким, уровням организации, быстрые и локальные более низким уровням. Основная задача геоботаника состоит в том, чтобы изучать эти уровни отдельно.

В достаточно ясном виде идеи многоуровневого подхода содержатся также в геоботаническом картографировании, что выражается в описании комбинаций растительных контуров (фитоценозов) разной степени сложности: микрокомбинаций, мезокомбинаций, макрокомбинаций и мегакомбинаций [11].

Третьим источником идей о многоуровневом сложении растительности мы можем считать количественную геоботанику, а точнее, то ее направление, где использовались площадки переменного размера. Начало интенсивным работам в этой области положили Грейг-Смит П. [97] и Кершо К. [105]. Позднее результатом этих работ стал вывод о существовании нескольких уровней пространственной организации сообществ [104]. Первый уровень соответствует размерам особей видов второй – размножения этого вида и, наконец, третий – особенностям взаимоотношений этого вида с другими компонентами.

Таким образом, в геоботанике мы имеем дело с изучением растительных мозаик, образующих континуум масштабов [113]. В этом не

прерывном ряду можно выделить несколько основных уровней пространственной организованности. Каждому уровню соответствует свой диапазон величин территориальных единиц, свои качественные различия в структуре и динамике, свой набор ведущих факторов и своя мера экологической однородности [39, 81]. При описании более высоких уровней часто требуются иные принципы, чем при описании более низких. Так, процессы (например, пожары), разрушающие структуры одного уровня, могут способствовать стабилизации других. Различение качественных особенностей структурных уровней растительного покрова имеет значение как при планировании (постановке задачи), так и при использовании полученных выводов [117]. Результаты исследований можно эффективно сравнивать между собой только в том случае, если использовалась одина и та же или по крайней мере близкая пространственная шкала [93]. И наконец, как справедливо отмечает Паттен Б. [114], идеальное изучение любого уровня должно обязательно включать в себя изучение и более высокого, и более низкого уровня.

Каковы же объективные данные, подтверждающие существование определенных уровней пространственной неоднородности растительности? Рассмотрим здесь всего лишь два примера, относящихся к более высоким уровням, поскольку о низших уровнях речь будет идти отдельно.

Виноградов Б.В. [7, 8] пришел к нетривиальному выводу о существовании характерных масштабов неоднородности, анализируя разные типы растительности по аэрокосмическим снимкам. Как видно из приводимых им графиков, отражающих частоты встреч на снимках контуров растительности разных размеров, определенные размеры контуров встречаются явно чаще, чем другие. Это и есть средние размеры разномасштабных элементов пространственной неоднородности. В разных районах размеры эти достаточно индивидуальны, однако в процессе дистанционного мониторинга для резкого сокращения объема работ и повышения качества индикации выявить их достаточно лишь один раз.

Второй пример модель лесной сукцессии [119]. Другие данные и совершенно иная задача, однако вывод авторов тот же: «Результаты подтверждают многоуровневую организацию лесных систем», показывая качественные различия в динамике на разных пространственных уровнях. Используя для модели десять масштабов с размерами элементов сетки от 0,01 до 1 га, авторы показали, что низшие уровни отражают динамику окон (прорывов в пологе), тогда как высшие динамику насаждений в целом.

Рассмотрим теперь вопрос о том, что же конкретно соответствует разным пространственным уровням организации в отдельных типах растительности. Очень подробно этот вопрос разбирают Боч М.С. и Мазинг В.В. [38], на примере растительности болот. Элементарный, первый уровень на болотах – это отдельные куртинки сфагновых мхов однородного состава, одинаковой плотности и продуктивности, а также отдельные травяные кочки. С куртинами сфагнума (авторы называют их дернинами) топически связаны также виды печеночников и цветковых (*Vaccinium oxycoccus*, *Rubus chamaemorus*, *Drosera rotundifolia*).

Второй уровень охватывает ковры из куртин мхов разных видов с отличающейся экологией; группировки травянистых, полукустарниковых и кустарничковых растений. Этот уровень исследований ценотический в традиционном понимании.

Третий уровень – фациальный, или ценокомплексный. Он соответствует выделам облесенных болот с одинаковым древостоем. Однако и без деревьев на болотах формируются комплексы сопоставимых размеров.

Болотный массив, состоящий из фаций, представляет собой четвертый уровень. В идеальном случае он устроен концентрически. Поверхность массива выпуклая и может быть расчленена на склон и плоскую вершину – плато.

Наконец, рассматривая отдельные простые массивы как части сложных болотных систем, как элементы ландшафта, в который входят

болотные озера, остатки незаболоченной суши и пр., мы переходим на пятый, ландшафтный уровень.

Рассмотрим отдельно уровни, лежащие ниже уровня сообществ. Как правило, здесь говорят, всего об одном уровне микрогруппировок, или парцелл. Правда, Дылис Н.В. [15, 18] понимал под парцеллами структурные единицы не фитоценозов, а биогеоценозов, но выделение парцелл проводилось им по признакам растительного компонента [55].

Говоря о парцеллах, Дылис Н.В. [17] считал их «далее неделимыми структурными частями горизонтального расчленения биогеоценоза». Эту точку зрения (применительно к микрогруппировкам) разделяет и Василевич В.И. [3]. Однако Карпачевский П.О. [27] считает, что следует различать парцеллярный и внутрипарцеллярный уровни мозаичности растительности и почв. Внутрипарцеллярный уровень мозаичности Карпачевский связывает с закономерным чередованием растительных и почвенных микрзон по радиусу от стволов деревьев-эндификаторов.

Понятно, что в разных сообществах набор микрогруппировок, их средние размеры и причины образования могут быть весьма различными. Хочется подчеркнуть, что результаты, полученные в одном сообществе на площадках различного размера, могут сильно отличаться между собой из-за наличия внутри сообщества пространственной неоднородности разного масштаба. Так, уровень в 1-3 м может соответствовать размерам ветровальных бугров и западин, а уровень в 10 м размерам достаточно крупных окон в древостое.

Из этого явственно вытекает необходимость применения в работе площадок различного размера, причем наиболее оптимальным является их «подгонка» под средние размеры мозаик соответствующих масштабов. В сочетании данного принципа с методами объективного (количественного) выделения элементов горизонтальной структуры мы видим залог успешного развития учения о неоднородности растительного покрова [46].

1.2 Горизонтальная структура лесных экосистем – обзор современных концепций и теорий

На сегодняшний день проблема горизонтальной структуры экосистем остается дискуссионной [19]. Несмотря на большое количество классификационных схем мозаичности, единая теория горизонтальной структуры экосистем отсутствует, хотя определяется группа теорий, которые описывают характер формирования мозаик в естественных лесных экосистемах.

Современные модели естественной организации биогеоценологического покрова базируются на достижениях биогеоценологии, ландшафтоведения, фитоценологии, лесной экологии и популяционной биологии [63, 623, 31, 66, 122]. Согласно последним исследованиям, биогеоценологический покров рассматривается как система биотических, биокосных и абиотических систем, связанных потоками вещества и энергии [48]. Каждый из элементов этих систем, в свою очередь, представлен множеством элементов, которые объединяются в иерархические структуры, которые проявляются в одном из аспектов в виде определенного порядка, размещения и группировке.

Структурная основа лесных экосистем формируется многолетними древесными видами. Отдельное множество образуют особи других растений. Вместе эти элементы формируют совокупность определенным образом размещенных в физическом пространстве единиц, которые характеризуются определенным набором показателей – пространственную организованность системы [19, 126].

В этом плане пространственная организованность близка к понятию структуры, как синонима строения растительной группировки, распространенном в классической геоботанике [18, 31, 41]. Теоретический обзор представлений о строении сообщества с точки зрения классической геоботаники выполнено в пятом томе сборника «Полевая геоботаника»

[31]. Классическим подходом к изучению структурных особенностей в этом плане является исследование морфологической структуры, то есть пространственно ограниченных по высоте или площади групп растений, которые различаются по системе признаков: высотой, составом, обильностью, биомассой, биологическими особенностями, фазой онтогенеза и тому подобное.

В начале развития биогеоценологии предусматривалось четкое соответствие абиотичной, биотической и биокосного компонента биогеоценоза и четкое совпадение их границ [69]. Дальнейшие исследования [63, 14, 25, 26, 34, 53] обнаружили несовпадение в пространстве границ вышеупомянутых компонентов, определенных по различным признакам группировок и среды. Растительные группировки одного и того же типа растут в разных положениях в рельефе, на разных материнских породах и почвах, а полное совпадение границ различных подсистем биогеоценоза является частным случаем, который характерен для ландшафтов, где постоянное антропогенное воздействие усиливает экологические особенности экотопа [34].

Более того, неоднородность пространственного состава – одно из фундаментальных свойств растительного покрова [96], которое проявляется в неравномерном размещении отдельных видов в группировке и мозаичной структуре самой группировки. В этом плане надо отметить, что основная масса видов имеет контагиозный (агрегированный) распределение, а гомогенных группировок как таковых не наблюдается [4, 44, 79, 96]. Такая неравномерность сложности растительности приводит к разнообразию в составе, структуре и свойствах отдельных компонентов биогеоценоза, что привело к разработке теории внутробиогеоценотического членения. Это было выражено в теории биогеоценотических парцелл [15, 16, 17].

Парцеллы являются структурными частями биогеоценозов, которые отличаются составом, строением, свойствами своих компонентов,

спецификой их связей и материально-энергетического обмена, обособленные на всю вертикальную толщину биогеоценоза и занимают разные по величине и конфигурации участка биогеоценоза. Парцели также является частным случаем биогеоценозических синузий и для них характерен ряд особенностей состава и строения. Парцели различаются числом, высотой и плотностью ярусов, видовому составу растений, их облики, формами роста, жизненности и наличии неярких синузий.

Выделяют несколько групп парцелл. По объему выделяют: большие парцели, которые занимают значительный объем, встречаются крупными пятнами и определяют внешний вид, строение биогеоценоза, характер и направление его материально-энергетического обмена; парцели, дополняющие, которые занимают значительно меньшие площади. По происхождению определяют парцели: коренные, которые отражают закономерный природный развитие структуры биогеоценоза в соответствии с условиями местообитания и свойств особей, составляющих парцеллу, в том числе гетеротрофного блока; производные, которые формируются в результате действия антропогенных или природных стихийных факторов.

Разработка парцеллярной структуры биогеоценозов повлекла развитие принципов многоуровневого подхода к их изучению, соответственно, разработке понятия о структурном уровне растительного покрова. В этом плане в первую очередь надо отметить разработки Мазинга В. [38, 40], который отмечал, что растительный покров по горизонтали можно расчленить на более-менее однородные элементы различной мелкости. Такие элементы формируют иерархическую структуру, где более крупные группировки включают в себя меньшие. Такая структура ограничивается лишь двумя абсолютными границами – совокупностью растительного покрова Земли и линейными размерами маленьких организмов. Определяется пять уровней структурной

организованности растительного покрова [40]: популяционный, ценотический, ландшафтный, региональный и планетарный.

Схожий подход прослеживается также и в последователя континуальной строения растительного покрова Миркина Б.М. [50, 51, 52], который определял внутри- и межценотические типы мозаичности растительного покрова, и других исследователей [7, 11]. На наличие внутриценотической структуры биогеоценотичного покрова также указывали исследователи почвоведы [14, 25, 26, 27, 28]. Похожий подход в то же время предлагали определять и западные экологи: выделялись уровни, которые соответствуют размерам особей, особенностям размножения вида и особенностям взаимоотношений вида с другими компонентами группировки [104] или уровне индивидуума, локального пятна (одно- или многовидовой), популяции, группировки, ландшафтный и региональный [121].

Традиционно, ведущим для отечественной геоботаники является ценотический уровень, а фитоценоз (биогеоценоз) является элементарной единицей при изучении растительного покрова [40]. Разработка теории парцелярной структуры экосистем и исследования ценотической структуры растительности нелесных зон привели к смещению акцентов в сторону изучения внутриценотических мозаик, а фитоценоз стал считаться как один из условных элементов в непрерывном растительном покрове [40, 43], который является не столько жестко интегрированным образованием, но и группировкой видовых популяций, которые интегрируются под влиянием различных факторов [23, 40, 66].

Таким образом, в геоботанике и экологии наблюдается смещение исследования от одного объекта – фитоценоза в совокупности разномасштабных единиц растительного покрова, как единой целостной системы. Соответствующим образом наблюдается и изменение задач – от поиска однородных единиц растительного покрова к анализу неоднородностей [23, 29, 77].

На сегодняшний день, современные представления о структуре растительного покрова базируются на следующих концепциях: теории континуума и экологической индивидуальности видов [57, 58, 74, 112], теории фитоценотивов [60], теории типов экологической стратегии видов [98], концепции циклического развития многовидовых фрагментов группировки [38], теории GАР-мозаики [46], теории структуры и динамики популяций растений [63, 54, 79, 80, 99], теории сукцессионного развития растительных сообществ и концепции полеклимаксу [94, 123], ординации растительности [9, 20, 57- 59, 88, 100- 102, 103, 108, 112, 120, 123, 124], представлений о влиянии конкуренции на распределение видовых популяций за градиентами среды и концепции оптимумов у растений [23, 55].

Обобщение указанных теорий в рамках интеграции привело к формулированию современной парадигмы, которая получила название теории иерархического континуума [86, 89, 88, 111, 116, 117, 120]. К основным положениям этой теории относятся: представление о континуальности растительного покрова, теория иерархической организованности – структурной или пространственной функциональной иерархии, представление о разномасштабной гетерогенности растительного покрова, которая формируется под влиянием различных факторов, имеющих специфический характер действия на каждом из уровней.

Понятие континуума на сегодняшний день является достаточно разработанным, а наличие континуальности растительного покрова обоснованной [47-52, 57-61, 123]. Согласно современным представлениям о континуальности растительного покрова, четкие границы между растительными группировками и дискретный характер растительности может рассматриваться как частичный случай континуума при наличии контрастных экологических условиях [23].

Дискуссионным вопросом является проблема континуальности видового состава, которая проявляется в отсутствии четких границ между единицами растительного покрова по видовому составу и наличию экотонов – переходных группировок смешанного видового состава. Континуальный характер видового состава связан в первую очередь с перекрытием кривых толерантности видов смежных группировок [57, 95]. При этом у видов с широкой экологической амплитудой толерантности оптимумы распределены регулярно, а у видов с узкой – независимо и являются включенными в более широкие амплитуды [95]. Такая иерархия включения видов была сформулирована как концепция «ядро – сателлиты» [89, 90]. Ее суть заключается в том, что виды с высокой обильностью и распространением характеризуются широкими амплитудами толерантности и формируют «ядра» группировок, а виды с невысокой обильностью и низкой встречаемостью характеризуются узкими амплитудами толерантности и являются «сателлитами» «ядерных» видов в группировках. Таким образом, гипотеза независимого распределения оптимумов кривых толерантности за градиентом факторов была изменена концепцией иерархической структурированности такого распределения и привела к гипотезе композиционного континуума [86], согласно которой оптимумы видов могут распределяться градиентом как регулярно, так и нерегулярно, что было подтверждено фактическими данными [87]. Указанные теории на сегодняшний день и являются основой концепции иерархического континуума.

С другой стороны, современные исследования привели к пересмотру представлений о самих кривых толерантности. Оказалось, что для многих видов характерна асимметрия распределения и багатосторонность кривой распределения обильности или численности вида за градиентами среды [79, 80, 86, 87], а одна вершина симметричная кривая – лишь частичный случай, характерный не для всех видов [23].

Исходя из вышесказанного, определение единиц любого масштаба по любым признакам в подавляющем большинстве случаев имеет условный характер [49]. Соответственно, границы единиц растительности также имеют условный характер и зависят от критериев, выбранных исследователем и размера исследовательских участков. В растительном покрове преобладают экотоны между различными ценозами, поскольку преимущество получают виды с широкими (что сильно перекрываются) амплитудами [23]. Экологические группы видов также разделяются нечетко (прогнозируется наличие переходных групп видов даже при большой мелкости эколого-ценотических групп и переходы видов из группы в группу для различных условий местообитания) и выразительная смена экологических групп видов будет наблюдаться только при наличии большого градиента факторов.

Иерархическая организованность структурных уровней растительности обеспечивается характером отношений между организмами, популяциями и экосистемами, которые сами по себе уже являются ее уровнями и отражают иерархию включения. Особенность растительных группировок в этом плане заключается в модульном строении особей растений. Отдельные модули (побеги, листья и т.п.) могут формировать отдельные особи в результате вегетативного размножения, формируя одновидовые группы и мозаики. Также, в результате вегетативного размножения и модульной строения такие показатели, как численность, возрастная и половая структура, могут относиться также и для уровня организмов [23].

Мозаичность на уровне организмов и популяций определяется влиянием отдельных особей на пространство вокруг себя, формируя таким образом фитогенные поля. Проблематика формирования фитогенных полей, особенно для древесных видов, их взаимодействие на уровне особей и популяций и влияние на формирование мозаичности в лесных экосистемах достаточно основательно исследована в современной

геоботанике [43]. Наложении таких полей обеспечивает наличие популяционных локусов или пространственной структуры ценопопуляций, а взаимодействие полей определяет континуальный характер популяционной структуры [6].

С другой стороны, традиционно, фитоценоз рассматривался как совокупность отдельных особей растений разного вида [70-72], но современные исследования [63, 23, 66, 68, 118] показали, что с системных позиций фитоценозов элементами являются популяции, основа исследований которых была заложена демографией растений, как разделом фитоценологии [78-80].

С позиции популяционной концепции структуры фитоценоза выделения последнего и границ между соседними ценозами определяется в первую очередь на основе популяционных параметров эдификаторных видов, которые формируют видоспецифичную пространственную структуру популяций, или популяционной мозаику [63]. Основу такой мозаики составляют элементарные популяции – множества особей одного вида, количество которых необходима и достаточна для устойчивой непрерывной смены поколений в минимальном пространстве [63]. Характеристиками элементарной популяции есть время жизни одного поколения, минимальное пространство, необходимое для устойчивой смены поколений и уровень плотности особей. Все показатели являются видоспецифичными. Размер элементарных популяций может варьировать от 0,2 – 10 м² в видов травостоя до 100 – 10000 м² у древесных пород [23, 54].

Вследствие того, что для разных видов популяционные мозаики имеют разные размеры, они могут частично или полностью перекрываться, на них накладывается мозаика видов других уровней, что приводит к формированию разномасштабной популяционной и ценологических мозаичности различного происхождения. Совместная наличие мозаик виды-эдификаторы и других видов приводит к формированию иерархической

структуры, которая включает в себя один элемент популяционной мозаики вида-эдификатора и совокупности популяционных мозаик других видов (деревьев второго яруса, кустарников, травостоя и т. п.). Соответственно, для различных элементов популяционной мозаики вида-эдификатора наблюдаются различные условия биотопа (вследствие различного воздействия на среду особей разного онтогенетического статуса). Итак, для одной элементарной популяции эдификатора формируется система разнородных иерархических групп элементарных популяций других видов. Виды-эдификаторы одной функциональной группы могут формировать сходные условия фитосреды, следовательно, могут существовать похожи по видовому составу популяционные мозаики других видов в группировках разных эдификаторы [63].

Таким образом, горизонтальная пространственная структура растительного покрова определяется как включенность разноразмерные (разномасштабных) участков, которые характеризуются различным составом и структурой [23].

Также в качестве факторов, которые определяют иерархию структуры растительного покрова, кроме разномасштабной неоднородности рельефа и материнских грунтообразующих пород нужно определить средообразующую функцию организмов. В англоязычной научной литературе такая функция определяется как «нарушение» – любое воздействие на экосистему, приводит к ее распаду или дисфункции, или изменения популяционной структуры вида или видов, или изменения доступности ресурсов или физической среды [63].

Различают нарушения эндогенные и экзогенные. Первые являются результатом жизнедеятельности виды-эдификаторы, вызывают локальные нарушения и формируют мозаики микрометообитаний (микросайтов). Именно наличие микросайтов определяет возможность непрерывной смены поколений в популяциях. Экзогенные нарушения являются результатом воздействия на ценозы природных катастроф или

антропогенного воздействия. Вследствие таких нарушений формируются мозаики большого размера, сопоставимого с площадью естественных ценозов или большего масштаба. Исследования лесов обнаружили важную роль нарушений в формировании структуры растительного покрова, что повлекло появление концепции GAP-мозаики [31], дальнейшее развитие которой привело к определению мозаично-сукцессионной концепции экосистемы [120]. Согласно определенным концепциям мозаичная структура экосистем является результатом постоянной системы нарушений различного масштаба и характера. Такие нарушения приводят к формированию разномасштабной иерархически соподчиненной мозаики сукцессионных «пятен», которые постоянно меняются в пространстве и времени.

Подход к изучению экосистем с биогеоценотических позиций обуславливает учет влияния не только популяций деревьев-эдификаторов, но и видов-эдификаторов других трофических групп. Среди таких функциональных групп видов-эдификаторов надо определить копытных животных, насекомых, которые грызут листья, и грибы [63], которые формируют зоогенные и микрогенные мозаики.

Глава 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Физико-географическая характеристика

2.1.1 Географическое положение

Каслинское лесничество Главного управления лесами Челябинской области организовано на базе опытного Каслинского лесхоза.

Лесничество расположено в северной части Челябинской области на территории Каслинского административного района и территорий, подчиненных г. Верхний Уфалей и г. Кыштым.

Контора (центральная усадьба) лесничества находится в г. Касли, в 120 км от областного центра г. Челябинска.

Протяженность лесничества с севера на юг – 60 км, с востока на запад – 110 км. По западной части лесничества проходит железная дорога г. Челябинск–г. Екатеринбург. По территории лесничества проходит автодорога М5 федерального значения г. Челябинск–г. Екатеринбург, с примыкающим к ней дорогами областного значения (Постановление Губернатора № 99 от 29 марта 2007 года), по которым выделены защитные полосы шириной 250 м с каждой стороны.

2.1.2 Климат, поверхностные воды, почвы

Климат района резко континентальный с продолжительной суровой зимой и жарким летом. Средняя годовая температура составляет +1,00°С. Среднемесячная температура самого холодного месяца (января) –14,20°С. самого теплого месяца (июля) +17,30°С. Годовая амплитуда температурных колебаний составляет 7,70, при максимуме +32,20°С, минимуме –39,50°С.

Наибольшее количество осадков выпадает в теплый период года (375 мм), преимущественно в летние месяцы. Годовое количество осадков составляет 525 мм. Относительная влажность воздуха самого холодного месяца составляет – 80%, самого теплого – 73%. Среднегодовая влажность воздуха – 74%.

Первые осенние заморозки отмечаются в конце августа – начале сентября, последние наблюдаются до конца мая – начала июня. Образование устойчивого снегового покрова происходит в конце октября – начале ноября. Средняя дата установления – 4 ноября. Весеннее таяние снега начинается в конце марта – начале апреля. Средняя дата разрушения – 5 апреля. Залегание устойчивого снежного покрова продолжается 152 дня, средняя его высота – 36 см. Глубина промерзания грунта достигает 1,8 – 2,0 м.

Для района господствующими являются ветры западного направления со средней годовой скоростью 3,9 м/сек, наименьшее – в августе – 2,8 м/сек.

Немало в рельефе района карстовых форм: воронок, гротов и пещер. Наиболее крупной является Зотинская. Всего в районе учтено более 30 пещер и гротов.

На территории района горная лесостепная растительность восточного склона Южного Урала. Берёзовые леса чередуются с сосновыми и смешанными, с небольшими степными участками. Почвы преобладают тёмно-серые, подзолистые.

2.2 Характеристика Каслинского лесничества

Общая площадь лесничества по состоянию на 01.01.2011 г составляет 126645 га. Лесничество состоит из пяти участковых лесничеств.

В лесохозяйственном регламенте в отношении лесов, расположенных в границах лесничества, в соответствии с частью 5 статьи 87 ЛК РФ, устанавливаются:

- подразделение лесов по целевому назначению и функциональному назначению;
- многоцелевое, непрерывное и неистощительное использование лесов;
- определение возможности сочетания в пределах одного лесного участка различных видов его существующего и перспективного использования;
- определение вида разрешенного использования лесов;
- возрасты рубок, расчетная лесосека, сроки использования лесов и другие параметры их разрешенного использования;
- ограничения использования лесов в случаях запрета на осуществление одного или нескольких видов использования лесов, запрета на проведение рубок, иных ограничений, установленных ЛК РФ и другими Федеральными законами;
- требования к охране, защите, воспроизводству лесов.

Статьей 13 Федерального закона от 4 декабря 2006 г. № 201-ФЗ «О введении в действие лесного кодекса Российской Федерации» (далее – № 201-ФЗ) определено, что до приведения в соответствие с ЛК РФ законов и иных нормативных правовых актов, регулирующих лесные отношения, федеральные законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, а также акты законодательства Союза ССР, действующие на территории Российской Федерации в пределах и в порядке, которые предусмотрены законодательством Российской Федерации, применяются постольку, поскольку они не противоречат ЛК РФ. В соответствии со статьей 15 № 201-ФЗ Правительством РФ изданы нормативные правовые акты, обеспечивающие реализацию положений ЛК РФ.

Лес, как совокупность лесной растительности, земли, животного мира и других компонентов окружающей среды, имеет важное экологическое, экономическое и социальное значение. Для использования лесов в интересах человека без ущерба для окружающей среды необходимо произвести их инвентаризацию и организовать в них ведение лесного хозяйства.

Ведение лесного хозяйства должно обеспечивать:

- сохранение и усиление средообразующих, водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических и других полезных свойств леса в интересах здоровья человека;
- многоцелевое, непрерывное, неистощительное пользование лесным фондом для удовлетворения потребностей общества и отдельных граждан в древесине и других лесных ресурсах;
- воспроизводство, улучшение породного состава и качества лесов, повышение их продуктивности, охрану и защиту;
- рациональное использование земель лесного фонда;
- повышение эффективности ведения лесного хозяйства на основе единой технической политики, использование достижений науки, техники и передового опыта;
- сохранение биологического разнообразия, объектов историко-культурного и природного наследия.

Для приведения их в состояние, соответствующее Лесному Кодексу, проведены следующие действия:

- приняты название лесничества и участковых лесничеств в соответствии с от 27.07.2009 № 316
- по данным Государственного реестра принята площадь лесничества и участковых лесничеств по учету лесного фонда на 01.01.2011 г;
- определены виды разрешенного использования лесов по участковым лесничествам;

- рассчитаны объемы заготовки (расчетная лесосека), параметры и сроки разрешенного использования лесов при осуществлении рубок спелых и перестойных насаждений при выборочных и сплошных рубках (приказ федерального агентства лесного хозяйства от 27.05.2011г.№191 «Об утверждении порядка исчисления расчетной лесосеки»);

- рассчитаны объемы заготовки древесины при рубке средне-возрастных, приспевающих, спелых и перестойных насаждений при уходе за лесами;

- по данным лесопатологических обследований, представленных Главным управлением лесами и лесничеством, рассчитаны объемы при проведении санитарно-оздоровительных мероприятий;

- определены нормативы, параметры и сроки разрешенного использования лесов для заготовки живицы;

- определены нормативы, параметры и сроки разрешенного использования лесов для заготовки недревесных лесных ресурсов;

- определены нормативы и сроки разрешенного использования лесов для заготовки пищевых лесных ресурсов и сбора лекарственных растений;

- определены нормативы, параметры и сроки разрешенного использования лесов для ведения охотничьего хозяйства и осуществления охоты, для ведения сельского хозяйства;

- определены нормативы и параметры для других разрешенных видов использования лесов в соответствии с приказом МПР от 19.02.2007 г. № 106 «Об утверждении состава лесохозяйственных регламентов, порядка их разработки, сроков их действия и порядка внесения в них изменений»;

- определены нормативы, параметры и сроки разрешенного использования лесов, нормативы по охране, защите и воспроизводству лесов;

- определены нормативы по ограничению использования лесов по видам целевого назначения, видам особо защитных участков, ограничение по видам использования;

- внесены изменения в картографические материалы согласно подразделению лесов по целевому назначению.

Распределение на участковые лесничества произведено в соответствии с приказом Рослесхоза от 04.12.2008 г. № 370 «Об определении количества лесничеств на территории Челябинской области и установлении их границ» (в ред. Приказа Рослесхоза от 27.07.2009 г. № 316) (табл. 1).

Таблица 1

Структура лесничества

№ п/п	Наименование участковых лесничеств	Административный район	Общая площадь, га
1	Аракульское	г. Кыштым	Данные государственного лесного реестра, предоставляются по запросу юридических и физических лиц. Приказ Рослесхоза от 15.02.2012 N 54 "Об утверждении форм ведения государственного лесного реестра" (Зарегистрировано в Минюсте России 12.04.2012 N 23823) Приказ МПР РФ от 31.10.2007 N 282 "Об утверждении Административного регламента исполнения государственной функции по ведению государственного лесного реестра и предоставления государственной услуги по предоставлению выписки из государственного лесного реестра" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 06.12.2007 N 10634)
		Каслинский район	
		Итого:	
2	Багарякское	Каслинский район	
3	Вишневогорское	г. Верхний Уфалей	
		Каслинский район	
		Итого:	
4	Каслинское	Каслинский район	
5	Тюбукское	Каслинский район	
Всего по лесничеству:			
Всего по административным районам:			
Каслинский район			
Земли г. Кыштым			
Земли г. Верхний Уфалей			

Лесной фонд лесничества представлен распределенными по территории административных районов различными по величине лесными участками. Лесничество расположено в северной части Челябинской области и относится к среднелесным районам области. Средняя лесистость муниципального района 39%.

Распределение лесов лесничества по лесорастительным зонам и лесным районам выполнено в соответствии с приказом Рослесхоза от 09.03.2011 г. № 61 «Об утверждении перечня лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации», зарегистрированным в Минюсте 28.04.2011 г. № 20617. Распределение по лесорастительным зонам и лесным районам приведено в табл. 2.

Приоритетное направление использования лесов – осуществление устойчивого, максимально эффективного получения высококачественной древесины и других лесных ресурсов, продуктов их переработки с обеспечением сохранения полезных функций лесов.

На основании решения Челябинского облисполкома от 26.02.1979 г. №8 «С», выделены леса 1 и 2 поясов зон санитарной охраны источников водоснабжения.

Таблица 2

**Распределение лесов лесничества по лесорастительным зонам
и лесным районам**

Наименование участков лесничеств	Лесорастительная зона	Лесной район	Перечень лесных кварталов	Площадь, га
Аракульское	Лесостепная зона	Южно-Уральский	Данные государственного лесного реестра, предоставляются по запросу юридических и физических лиц. Приказ Рослесхоза от 15.02.2012 N 54 "Об утверждении форм ведения государственного лесного реестра" (Зарегистрировано в Минюсте России 12.04.2012 N 23823). Приказ МПР РФ от 31.10.2007 N 282 "Об утверждении Административного регламента исполнения государственной функции по ведению государственного лесного реестра и предоставления государственной услуги по предоставлению выписки из государственного лесного реестра" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 06.12.2007 N 10634)	
Багарякское				
Вишневогорское				
Каслинское				
Тюбукское				
Итого	126645	126645		

Леса научного или исторического значения выделены на основании Распоряжения СМ РСФСР №400-р от 03.04.1987 г., Постановления Госкомлеса СССР №10 от 21.08.1990 г. и Приказа Гослесхоза СССР от 13.08.1982 г. №112. Увеличение противоэрозионных лесов и лесов санитарных зон произведено на основании Приказа Федеральной службы лесного хозяйства России № 22 от 28.01.1994 г.

Лесохозяйственная часть зеленой зоны выделена Распоряжением СНК СССР от 15.04.1945 г. № 6183-р.

Защитные полосы вдоль автомобильных дорог выделены на основании Распоряжения СНК СССР от 14.07.1944 г. №14587-р, распоряжением СМ РСФСР от 18.06.1959 г. № 4292-р и (Постановление Губернатора №99 от 29 марта 2007 года), по которым выделены защитные полосы шириной 250м с каждой стороны.

Запретные полосы лесов, защищающие нерестилища ценных промысловых рыб и запретные полосы лесов по берегам водных объектов выделены Постановлением СМ РСФСР от 07.08.1978 г. №388, приказа Министерства лесного хозяйства РСФСР от 08.08.1978 г. №228 и приказа Челябинского управления лесного хозяйства от 24.09.1979 г. №254, Лесной Кодекс РФ (Федеральный закон от 22.07.2008г. №143-ФЗ).

В соответствии с приказом Федеральной службы лесного хозяйства России от 28.01.1994 г. №22, леса 2 группы переведены в первую, с отнесением их к противоэрозионным и другим защитным лесам.

В соответствии с «Водным кодексом Российской Федерации», принятым в 2007 г. (статья 65) выделены водоохранные зоны и прибрежные защитные леса.

Водоохранными зонами являются территории, которые примыкают к береговой линии морей, ручьев, рек, озер, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения

среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира .

Ширина водоохранной зоны рек и ручьев устанавливается от их истока для рек и ручьев протяженностью:

- до 10 м- в размере 50м;
- от 10км до 50км – в размере 100м;
- от 50км и более – в размере 200м.

Ширина водоохранной зоны озер, водохранилищ, за исключением озер расположенных внутри болота, озер и водохранилищ с акваторией менее 0,5 кв. км (50га) устанавливается в размере 50м.

Категории защитности выделены в соответствии с рекомендациями «Основных положений организации и ведения лесного хозяйства по Челябинской области (2006 г).

2.3 Методика изучения горизонтальной структуры фитоценозов

2.3.1 Метод главных компонент

Признание непрерывности растительного покрова как его коренного свойства выдвигает в число наиболее естественных методов анализа ординацию упорядочение объектов (видов или описаний) вдоль некоторых осей, определяющих варьирование растительности. При проведении прямых ординаций в качестве осей используют известные априорно факторы (влажность, освещенность, богатство почвы и любые другие факторы среды; время и т.д.). При непрямых ординациях осями служат направления изменения сходства между описаниями или связей между видами.

В реальных геоботанических исследованиях сравнительно редко удается сразу разделить все факторы, действующие на растительность, на

ведущие и малозначимые. Поэтому, несмотря на свою сложность, особую популярность в последние 20 лет получили непрямые методы ординации.

Одним из таких методов является висконсинская полярная ординация [91]. Первая ось проводится в ней между двумя видами (или описаниями), которые менее всего сходны друг с другом. Вторая ось проводится между другими наименее сходными видами, которые к тому же одинаково далеко удалены от первой пары. При желании аналогично выделяются и последующие оси.

Дальнейшее развитие висконсинской ординации представляют собой методы факторного анализа, и в частности метод главных компонент, называемый по-другому компонентным анализом. Для каждой оси выбор направления осуществляется в нем уже с учетом всей информации о сходстве видов. Математически корректная основа метода позволяет последовательно извлекать из многомерной системы корреляций между видами факторы, или оси, оказывающие наибольшее влияние на растительность. Имеется также возможность ранжировать оси по величине их вклада в общее варьирование. В дальнейшем выделяемые оси могут интерпретироваться какими-либо реальными факторами среды, однако по своей природе сами оси являются чисто фитоценоотическими.

Применению метода главных компонент (факторного анализа) посвящена огромная литература. Математические аспекты рассматриваются в монографиях Хармана Г., Иберлы К. Достаточно строго и вместе с тем доступно описан он у Девиса Дж.. В работах многих авторов подробно излагается применение метода в экологии и фитоценологии. Только в СССР факторный анализ в геоботанических исследованиях применяли: Бешел Р.Е. и Матвеева Н.В., Буш К.К. и Буш Х.К., Злобин Ю.А.

Следует также подчеркнуть, что метод главных компонент (факторный анализ), как и любой метод, имеет ограничения. Основным недостатком факторного анализа является линейность модели, из-за чего в

большинстве работ рекомендуют применять этот метод лишь в условиях довольно узкого эколого-фитоценологического диапазона выборки. И хотя критика факторного анализа как линейного метода далеко не всегда обоснована, его применение при анализе мозаичности, когда диапазон выборки ограничен рамками одного сообщества, можно считать максимально корректным.

2.3.2 Метод экологических шкал

Одна из трудных проблем, стоящих перед геоботаником при изучении мозаичности, это учет и оценка роли важнейших факторов среды. Многие из характеристик среды (как, например, содержание в почве аммония и нитратов) измерить в поле очень сложно. По многим факторам нет методов экспресс-оценки. Но главная сложность состоит в резких колебаниях значений большинства факторов (свет, влажность, температура и др.). Суточная, сезонная и флуктуационная изменчивость экологических характеристик позволяет с достаточной точностью оценить их только при постановке стационарных наблюдений. Но организация таких наблюдений «по ,всему комплексу факторов среды стоит слишком дорого, а отдельные факторы без учета их возможного взаимодействия мало что могут сказать об экологических потенциях участка».

Альтернатива прямым инструментальным измерениям характеристик среды состоит в применении для этих целей индикационных экологических шкал. Теоретической основой такого подхода стал широко известный принцип «экологической индивидуальности видов растений». Охарактеризовав отношение всех интересующих нас видов к ведущим факторам среды, в дальнейшем мы получаем возможность определить положение изучаемых фитоценозов или описаний в градиентных рядах этих факторов. Типы экологических шкал, вопросы их

разработки и применения подробно описаны в литературе, поэтому ниже рассмотрим лишь ряд вопросов, важных для нашей работы.

Из шкал разных авторов в европейской части СССР больше других известны шкалы Раменского П.Г., шкалы Элленберга Г. и шкалы Ландольта Э. Наиболее полным как по охвату факторов среды, так и по числу видов (почти 1800) являются балльные шкалы Элленберга. В этих шкалах для большинства сосудистых растений Центральной Европы даны оценки их отношения к свету, влажности и реакции почвы, содержанию в почве доступного азота, а также к тепловому режиму и континентальности климата. В менее полных и дробных шкалах Ландольта даны вместе с тем оценки отношения видов к содержанию в почве гумуса (точнее, органики) и к механическому составу почв. В этих же шкалах имеется, кроме списка сосудистых растений, и небольшой список мхов и лишайников.

В процессе работы оказалось, что при изучении мозаичности нецелесообразно использовать такие показатели, как отношение видов к теплу, континентальности климата и механическому составу почвы, поскольку в пределах одного сообщества варьирование этих показателей (с учетом точности шкал) практически сведено к нулю. Поэтому из шкал Элленберга как более детальных и имеющих больший географический диапазон мы взяли показатели отношения видов к свету влажности, реакции почвы и обеспечению азотом, а из шкал Ландольта показатель отношения видов к гумусу. Ниже даны градации шкал для изучавшихся нами факторов.

Шкала освещенности:

1. Полностью теневые растения, получающие обычно менее 1%, редко более 30% от полной дневной освещенности;
2. Между баллом 1 и 3;
3. Теневые растения;
4. Между 3 и 5;

5. Полутеневые растения, получающие более 10%, но, как правило, менее 100% от полной освещенности;

6. Между 5 и 7;

7. Полусветовые растения;

8. Между 7 и 9;

9. Световые растения, редко получающие менее 50% от полной освещенности.

Шкала влажности (отношение к влажности почв или уровню грунтовых вод): 1) на очень сухих почвах, например обнаженных скалах; 3) на сухих почвах; 5) на свежих почвах, т.е. в средних условиях; 7) на влажных, не просыхающих почвах; 9) на сырых, часто плохо аэрируемых почвах; 10) на часто затопляемых почвах; 11) водные растения, чьи листья обычно контактируют с атмосферой; 12) Подводные растения.

Шкала реакции почвы: 1) только на очень кислых почвах; 3) в основном на кислых почвах; 5) в основном на слабокислых почвах; 7) в основном на нейтральных, но также на кислых и щелочных почвах 9) только на нейтральных или щелочных почвах. Шкала богатства почвы минеральным азотом (аммонийным и нитратным): 1 только на почвах, очень бедных минеральным азотом; 3 в основном на бедных почвах; 5 в основном на почвах со средним содержанием минерального азота; 7 – в основном на почвах, богатых минеральным азотом; 9) только на почвах, очень богатых азотом (индикаторы отложений навоза и т.п.).

Шкала содержания гумуса:

1. На бедных почвах без верхнего гумусового горизонта;

2. На почвах с небольшим гумусовым горизонтом, не встречающимся на торфяниках и почвах, богатых перегноем;

3. На почвах со средним содержанием гумуса (обычно в форме мулля);

4. На почвах, богатых гумусом типа мулль, а также предпочитающие гумус типа мор, но с корневой системой, частично расположенной в минеральной части почвы;

5. Почти исключительно на почвах, богатых гумусом (индикаторы гумуса типа мор или торфа).

Как видно шкалы Элленберга по свету, реакции почв и по азоту являются 9-балльными, шкала влажности 12-балльной (для наземных растений 10-балльной). Менее дробна шкала гумуса Ландольта – в ней всего 5 баллов. Следует также отметить, что многие виды по ряду факторов отнесены к категории индифферентных, конкретные баллы по этим факторам для них в шкалах не приводятся.

Один из вопросов, часто возникающих по поводу шкал Элленберга и Ландольта, касается правомочности их применения в европейской части СССР, так как исходно шкалы Элленберга были предназначены для Средней Европы, а шкалы Ландольта для Швейцарии.

Как отмечает Перссон С., работавший в южной Швеции, расширяя район применения шкал, необходимо решить две проблемы. Первая состоит в том, что, чем дальше уходим мы от Средней Европы, тем больше будет в составе сообществ видов, не вошедших в сводки Элленберга или Ландольта. Вторая проблема заключается в том, что в ином регионе за счет изменения комплекса всех факторов среды (в том числе климата) отношение видов к отдельным факторам может заметно меняться. Особенно это характерно для видов на границе ареала.

Что касается первой проблемы, то в Подмосковье она не стоит, так как флора области практически полностью входит в шкалы Ландольта и Элленберга. Успешно решается и вторая проблема. В последних изданиях шкал Элленберг во многом учел отношение изученных им видов к факторам среды не только в пределах Средней Европы, но и в пределах района действия шкал Раменского. Это резко снижает возможности крупных ошибок при применении шкал для целей индикации. Кроме того,

учет при индикации полного списка видов приводит к тому, что небольшие разнонаправленные неточности в показаниях отдельных видов при расчетах компенсируют друг друга.

Следует подчеркнуть, что шкалы Элленберга уже неоднократно применялись и проверялись инструментально в условиях Северо-Запада и Центра, европейской части СССР, причем во всех случаях сравнение результатов индикации и химических анализов почвы показало их достаточное соответствие.

Порядок расчетов при индикации был следующим. Для каждой площадки размером 0,2x0,2 м по полному списку видов, включая доминанты со встречаемостью более 90%, рассчитывали средние значения освещенности, влажности, реакции почвы и содержания в ней азота, гумуса. В связи с тем, что один балл шкалы Ланцольта соответствует двум баллам шкалы Элленберга, для мхов и лишайников, которых в шкалах Элленберга нет, показатели L, F, R, и N получены путем удвоения соответствующих баллов в шкалах Ландольта. Аналогичным образом поступали и в тех случаях, когда индифферентный по Элленбергу вид имел конкретный балл в шкалах Ландольта. Во внимание принимали лишь присутствие вида на площадке, что при ее столь малых размерах вполне допустимо. Всего же включенных в обработку видов на площадке обычно было 4-6.

На небольших площадках размером в 1 м шкалы Элленберга ранее успешно применяли Э. ван дер Маарель с соавторами при изучении сукцессий, а на площадках в 0,25 м² – Перссон С. при изучении мозаичности лесо-луга. Нам же достаточно малый размер площадок позволил избежать усреднения и сглаживания микроразличий среды (например, на небольших буграх и западинах), которые неизбежно имели бы место даже на площадках в 1-2 м.

Полученные на площадках значения в дальнейшем использовались для характеристики сообществ и для выявления факторов мозаичности.

2.3.3 Методика исследования мозаичности лесных экосистем Каслинского участкового лесничества

Исследования мозаичности лесных экосистем проводилось методом блоков и главных компонент [45, 46, 43, 121]. На участках заказника с ненарушенным травостоем было заложено 4 экологических профиля, в пределах каждого из которых выборочным методом закладывались 100-метровые трансекты, состоящие из непрерывных примыкающих площадок 0,2×0,2 м. На каждой площадке отмечали присутствие видов сосудистых растений. В качестве учетной единицы выбирались парциальные побеги [64], особь – для моноцентрических видов и компактный клон – для плотнокустовых злаков [68].

Для трансект формировалась база данных из неперекрывающихся блоков переменного размера в двух независимых противоположных направлениях. Шаг для объединения площадок в блоки был 0,2 м при размере блоков до 2 метров и 1,0 м – при размере блоков свыше 2 м. Расчет вклада первых трех осей главных компонент производился в пакете Statistica. Объективные размеры мозаик (уровни мозаичности) определялись по изменению вклада в суммарную дисперсию видов первых трех осей главных компонент по совместным «пикам» значений 1 и 2-ой, 1 и 3-й и 2 и 3-й осей. Оценка факторов распределения видов живого напочвенного покрова проводилась ординацией видов в пространстве осей главных компонент [45, 46, 43] и неметрического многомерного шкалирования (НМШ) [77, 106] с последующей интерпретацией выделенных осей [46, 115] с использованием коэффициента корреляции Кендалла и унифицированных фитоиндикационных шкал [92].

Глава 3 МОЗАИЧНОСТЬ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ КАСЛИНСКОГО УЧАСТКОВОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Для выявления размеров мозаик с учетом всех включенных в обработку видов используется вклад в суммарную дисперсию растительности первых осей главных компонент, т.е. определяются характерные размеры многовидовых мозаик по графику, отражающему изменение осей главных компонент с увеличением размера площадок.

При отсутствии в сообществе повторяющихся мозаик определенных размеров вклад всех трех осей должен монотонно возрастать, что связано с уменьшением роли случайных факторов при увеличении размера площадок. Если же такие мозаики в сообществе есть, то на графике должны наблюдаться горизонтальные участки или локальные максимумы.

Графики (рис. 1-2) показывают вклад в суммарную дисперсию растительности осей главных компонент в зависимости от размера блока для лесных экосистем березового леса Каслинского участкового лесничества.

Оценка мозаичности березняков Каслинского участкового лесничества (рис. 1) показала, что характер увеличения вклада осей главных компонент в суммарную дисперсию для обоих вариантов анализа различен. Это указывает на действие неравнозначных по влиянию на формируемые мозаики экологических факторов. При этом, как видно из графиков, наблюдается увеличение вклада осей главных компонент в суммарную дисперсию, что указывает на наличие нескольких разномасштабных факторов, определяющих формирование мозаик разного размера.

Для двух независимых разнонаправленных вариантов выделения блоков разного размера выделяются следующие уровни мозаичности: в одном варианте (а) выделен масштаб неоднородности с размером

элементов 9 м., а во втором (б) выделяются объективные мозаики – 0,8, 1,6, 11,13 и 15 м.

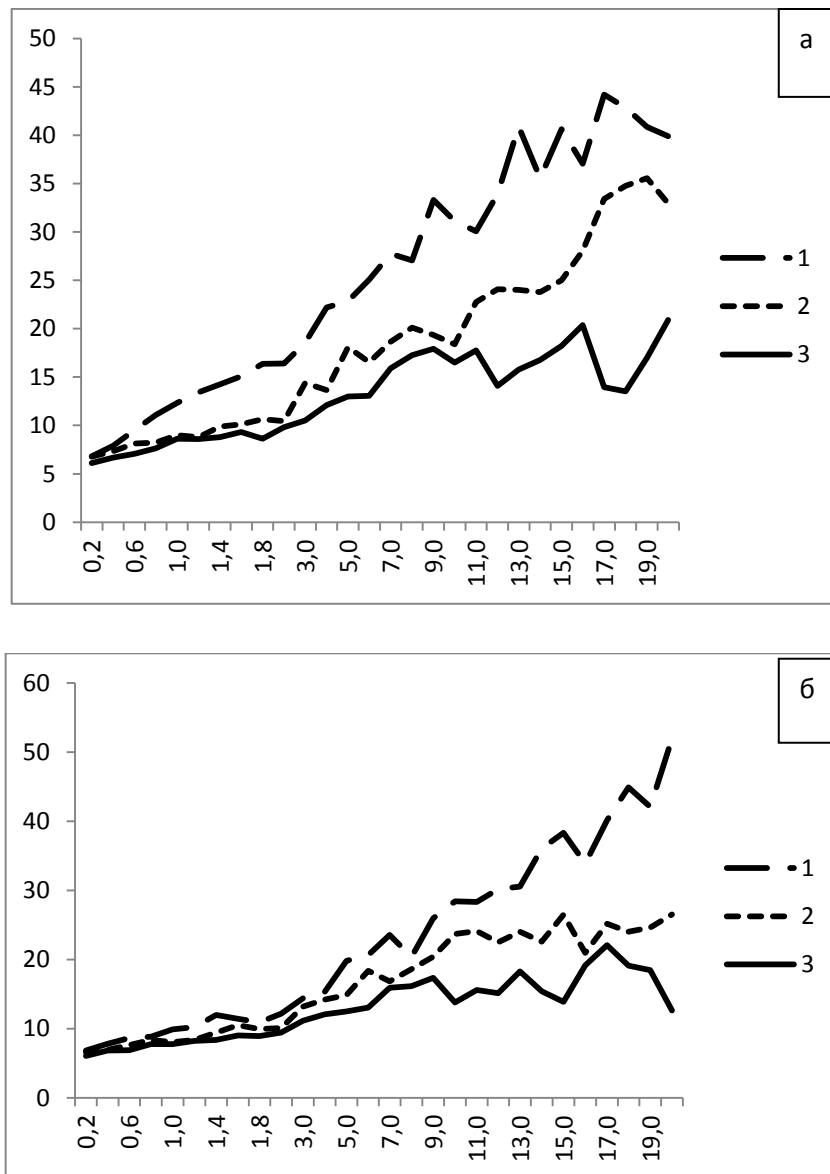


Рис. 1 Вклад в суммарную дисперсию растительности осей главных компонент в зависимости от размера блока для лесных экосистем Каслинского участкового лесничества в березняках (по оси ординат – вклад оси, %, по оси абсцисс – размер блока, м.; 1, 2, 3 – номера осей).

Таким образом, для березняков достоверно уровни мозаичности не определяются, а характер формирования мозаик является случайным.

Оценка мозаичности сосняков Каслинского участкового лесничества (рис. 2) показала, что характер увеличения вклада осей главных компонент в суммарную дисперсию для обоих вариантов анализа различен. Это

указывает на действие неравнозначных по влиянию на формируемые мозаики экологических факторов. При этом, как видно из графиков, наблюдается увеличение вклада осей главных компонент в суммарную дисперсию, что также указывает на наличие нескольких разномасштабных факторов, определяющих формирование мозаик разного размера.

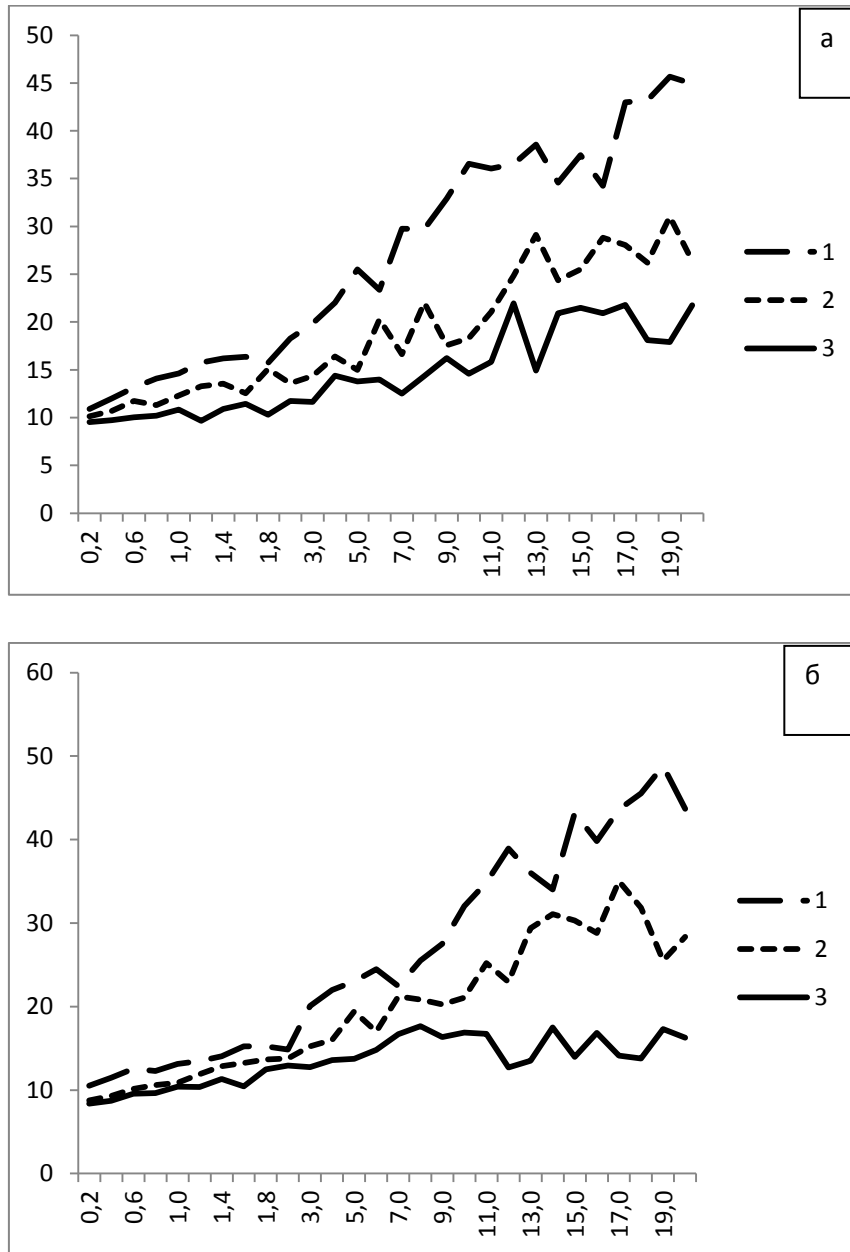


Рис. 2 Вклад в суммарную дисперсию растительности осей главных компонент в зависимости от размера блока для лесных экосистем Каслинского участкового лесничества в сосняках (по оси ординат – вклад оси, %, по оси абсцисс – размер блока, м.; 1, 2, 3 – номера осей).

Для двух независимых разнонаправленных вариантов выделения блоков разного размера определяются следующие уровни мозаичности: для первого варианта (а) выделяются мозаики – 1,6, 4, 6, 13,15, 19 м., для второго варианта (б) выделяются крупномасштабные мозаики 14 и 19 м.

Таким образом, для сосняков однозначно можно выделить лишь наличие крупномасштабных ценотических мозаик (19 м.), связанных с формированием сосновых биогеоценозов. Мозаики меньшего уровня (микрोगруппировки, парцеллы) в сосняках также имеют случайных характер формирования.

Оценка главных компонент для микромозаик в березняках (табл. 4) показала, что ведущими факторами распределения видов являются режим термоклимата (уровень температур под пологом леса), а также амплитуда колебания температур (континентальность), почвенная аэрация, освещенность/затененность под пологом леса и солевой режим почв. Наибольшее влияние оказывают увеличение амплитуды колебания температур, а также уменьшение солевого режима (минерализованности почвенного раствора).

В свою очередь оценка главных компонент для мозаик ценотического уровня (табл. 3-4) в березняках показала, что ведущими факторами являются как увеличение, так и уменьшение увлажнения, режим кислотности почв, рост содержания кальция и уменьшение содержания в почвах азота, а также криоклимат (наименьшие температуры зимнего периода), термоклимат и увеличение освещенности под пологом леса.

Для каждого масштаба мозаик значимыми будут являться различные факторы, например для формирования мозаик размеров 9 м. (табл. 3) важным является ухудшение почвенной аэрации и увеличения температуры и ее амплитуды, а для формирования мозаик 11 м. (табл.4) более важными являются снижение температуры и уменьшение увлажнения. Таким образом, даже для близких по размеру мозаик на разных профилях ведущие факторы значительно различаются.

Таблица 3

**Идентификация ведущих факторов распределения видов Каслинского
участкового лесничества на разных уровнях мозаичности в
березняках (метод главных компонент)**

Ведущие факторы (оси главных компонент)	Почвенная аэрация (ae)	Термоклиматическая (Tm)	Аридность/гумидность климата (Om)	Континентальность климата (Kn)	Криоклиматическая (Cr)	Освещенность/затененность (Lc)
9,0 м.						
1	-0,11	0,36	-0,12	-0,13	0,27	0,33
2	-0,35	-0,09	-0,02	-0,37	0,28	0,17
3	0,11	0,42	0,24	-0,15	0,02	0,07

Для ценоотических мозаик (табл. 4), можно сделать аналогичный вывод. Для мозаик размером 15 м. наиболее значимо содержания азота в почвах и снижение температуры, а для мозаик 17 м. определяющими являются кислотность почвы, увеличение содержания кальция и освещенности.

Таблица 4

**Идентификация ведущих факторов распределения видов Каслинского
участкового лесничества на разных уровнях мозаичности в
березняках (метод главных компонент)**

Ведущие факторы (оси главных компонент)	Переменность увлажнения (fh)	Кислотность почв (rc)	Солевой режим (sl)	Режим кальция (Ca)	Азотный режим (nt)	Почвенная аэрация (ae)	Континентальность климата (Kn)	Криоклиматическая (Cr)	Освещенность/затененность (Lc)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,8 м.									
1	0,09	0,14	-0,20	-0,23	0,17	0,23	-0,11	-0,11	0,16
2	-0,14	0,05	0,18	-0,06	-0,19	0,04	0,27	-0,11	-0,07
3	-0,06	0,15	0,29	0,20	-0,01	-0,05	0,03	-0,14	0,02
1,6 м.									
1	-0,05	-0,14	-0,07	0,00	-0,08	-0,17	0,13	0,00	-0,20
2	0,09	0,14	-0,35	0,04	-0,13	-0,13	0,04	0,17	0,01
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	-0,11	0,11	-0,19	0,01	-0,28	0,03	0,33	-0,01	-0,08

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11,0 м.									
1	0,32	0,27	0,27	-0,01	0,09	-0,14	-0,24	0,35	0,23
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	-0,22	-0,01	0,01	-0,04	-0,04	0,06	0,00	-0,21	0,05
3	0,18	-0,18	-0,03	-0,04	0,19	0,02	-0,15	0,13	0,05
13,0 м.									
1	0,13	0,17	-0,08	0,16	-0,24	0,09	-0,12	0,18	0,15
2	0,15	0,32	0,04	0,20	0,09	-0,03	0,01	0,09	0,21
3	0,03	0,26	0,24	-0,17	-0,08	-0,02	-0,17	0,23	0,26
15,0 м.									
1	0,12	0,26	0,14	0,19	-0,36	0,11	-0,13	0,25	0,24
2	0,38	0,04	0,08	-0,05	0,22	-0,05	-0,31	0,37	0,17
3	0,05	-0,14	0,03	-0,08	0,23	-0,06	-0,21	0,17	0,09
17,0 м.									
1	0,16	0,33	0,07	0,34	-0,11	-0,11	0,08	0,19	0,24
2	0,15	-0,13	-0,23	-0,03	0,12	0,09	-0,20	0,12	0,11
3	0,14	0,24	0,20	0,25	-0,17	-0,08	-0,32	0,32	0,33

Таким образом, можно сделать вывод о нарушенности формирования структуры лесных ценозов, наличии резкого колебания ведущих абиотических факторов в лесных ценозах, где наблюдается антропогенное влияние на лесные экосистемы, и нарушения в них естественной мозаичности.

Оценка главных компонент в сосняках схожа с таковыми в березняках. Для мелкомасштабных мозаик (табл. 5-6) ведущими являются криоклиматический фактор, повышенная освещенность, ухудшение почвенной аэрации, кислотность почвы и континентальность климата (амплитуда температур). Наибольшее значение имеют криоклиматический фактор и увеличение освещенности.

Для мозаик ценотического уровня (табл. 5-6) можно выделить следующие факторы, оказывающие основное влияние на формирование мозаик: азотный режим почв, освещенность, уровень атмосферных осадков (аридность/гумидность), почвенная аэрация, переменность увлажнения и солевой режим почв.

Азотный режим почв оказывает основное воздействие на формирование мозаик 13,0, 15,0 и 19,0 м. на первом профиле, так же большое влияние оказывает почвенная аэрация.

Формирование мозаик размером 14 м., выявленных на втором профиле происходит при сочетании двух факторов: гумидность климата и затененность.

Однозначно удалось выделить крупномасштабные мозаики 19,0 м., но факторы, оказывающие наибольшее воздействие на формирование этих мозаик – разные. Для мозаик 19,0 м. на первом профиле (табл. 5) наиболее значимыми являются азотный режим почв, почвенная аэрация и термоклимат. Для мозаик 19,0 м. на втором профиле (табл. 6) наиболее значимыми являются солевой режим и освещенность/затененность под пологом леса.

Таблица 5

Идентификация ведущих факторов распределения видов Каслинского участкового лесничества на разных уровнях мозаичности в сосняках (метод главных компонент)

Ведущие факторы (оси главных компонент)	Кислотность почв (гс)	Азотный режим (nt)	Почвенная аэрация (ае)	Термоклиматическая (Тм)	Континентальность климата (Кп)	Криоклиматическая (Сr)	Освещенность/затененность (Lc)
1	2	3	4	5	6	7	8
1,6 м.							
1	0,03	-0,08	-0,17	0,26	0,03	-0,03	0,26
2	0,05	-0,26	0,06	-0,03	-0,10	-0,10	0,28
3	0,10	0,36	0,22	-0,23	0,21	-0,46	0,03
4,0 м.							
1	0,10	-0,10	-0,30	0,18	0,10	0,15	0,13
2	0,38	0,18	-0,12	0,00	0,38	-0,13	0,00
3	0,26	0,00	-0,04	0,03	-0,21	-0,21	0,54
6,0 м.							
1	0,00	-0,26	-0,30	0,18	0,15	0,00	0,33
2	0,26	0,36	-0,04	0,03	0,31	0,00	-0,03
3	-0,28	-0,33	0,22	-0,51	-0,08	-0,33	0,00

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
13,0 м.							
1	0,21	0,10	-0,30	0,28	0,00	0,10	0,33
2	0,10	0,62	0,30	0,13	-0,05	0,05	0,03
3	-0,05	0,15	0,30	-0,18	-0,31	-0,05	0,03
15,0 м.							
1	0,06	0,30	0,03	-0,06	0,03	-0,09	0,15
2	0,24	-0,06	-0,39	0,18	-0,03	0,21	0,09
3	-0,39	-0,58	0,06	-0,21	-0,06	-0,06	-0,06
19,0 м.							
1	-0,08	-0,44	-0,32	-0,05	0,23	-0,03	0,05
2	0,15	0,00	-0,30	0,13	0,10	0,10	0,03
3	0,26	0,10	-0,19	0,28	0,21	0,15	0,13

Таблица 6

**Идентификация ведущих факторов распределения видов Каслинского
участкового лесничества на разных уровнях мозаичности в сосняках
(метод главных компонент)**

Ведущие факторы (оси главных компонент)	Переменность увлажнения (fh)	Солевой режим (sl)	Аридность/гумидность климата (Om)	Освещенность/затененность (Lc)
14,0 м.				
1	-0,04	-0,41	-0,04	-0,54
2	0,17	-0,21	0,48	0,33
3	0,32	0,23	0,06	0,21
19,0 м.				
1	0,35	0,41	0,04	0,38
2	0,04	-0,10	-0,37	-0,59
3	0,27	0,28	0,01	0,26

Следовательно, можно сделать вывод, что для мозаик близкого размера факторы их формирующие, совершенно различны. Это говорит о сильной трансформированности ценозов, нарушении естественной мозаичности и резкой смене факторов оказывающих наибольшее значение на формирование структуры сосняков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Леса Челябинской области характеризуются значительной антропогенной трансформированностью в результате антропогенной деятельности человека. Березняки и сосняки Каслинского участкового лесничества не стали исключением. О чем свидетельствует характер формирования мозаичности лесной растительности.

В березняках уровни мозаичности лесных ценозов однозначно не выделяются, а характер формирования самих мозаик – случайный. Это связано с тем, что обследованные березняки долгое время находились вблизи воинской части и были значительно трансформированы в результате активной антропогенной нагрузки. Естественная пространственная структура березняков была нарушена, а ее восстановление пока не произошло.

В сосняках достоверно выделяются только крупные ценотические мозаики размером 19,0 м, а на микроуровне достоверные мозаики однозначно не определяются. Это связано с тем, что обследованные сосновые леса подвержены высокой рекреационной нагрузке, из-за которой и происходит нарушение в первую очередь именно микромозаик и лесных парцелл.

В результате нарушения естественной структуры березняков, на разных уровнях начинают влиять различные абиотические факторы. В березняках для мелкомасштабных мозаик ведущими факторами мозаичности являются термоклимат, амплитуда колебаний температур, почвенная аэрация, освещенность под пологом леса и солевой режим почв. Наибольшее влияние оказывают рост амплитуд температур, а также уменьшение солевого режима (минерализованности почвенного раствора).

Для мелкомасштабных мозаик в сосняках ведущими являются криоклимат (минимальные зимние температуры), повышенная

освещенность, ухудшение почвенной аэрации, кислотность почвы и амплитуда температур. То есть факторы, связанные, прежде всего, с вытаптыванием и уничтожением подлеска при высокой рекреационной нагрузке. Наибольшее значение имеют климат и рост освещенности под пологом леса. Для ценологических мозаик ведущие факторы: азотный режим почв, освещенность, режим атмосферных осадков, почвенная аэрация, переменность увлажнения и солевой режим.

Для сосняков в результате нарушения естественной пространственной структуры, на разных уровнях также определяющими являются разные абиотические факторы.

Причиной нарушения мозаичности и отсутствия однозначных факторов формирования является сильное хозяйственное и рекреационное воздействие на лесные биотопы Калсинского участкового лесничества, которые приводят к трансформации ценозов требующее длительного периода самовосстановления до первоначального состояния.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов [Текст] / Пер. с англ. под ред. А.Н. Гельфана, Н.М. Новиковой, М.Б. Шадринной. – М.: РАСХН, 1999. – 306 с.
2. Банникова И.А. Влияние древесной и кустарниковой растительности на формирование нижних ярусов лесных биогеоценозов [Текст] / И.А. Банников. – М.: Наука, 1967. – 325 с.
3. Василевич В.И. История и современное состояние количественной геоботаники [Текст]// В.И. Василевич // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. – 1984. – Т. 89, вып. 2. – С. 3 – 11.
4. Василевич В.И. Количественные методы изучения структуры растительности [Текст] / В.И. Василевич // Итоги науки и техники. Ботаника. – М.: ВИНТИ, 1972. – Т. 1. – С. 7-83.
5. Василевич В.И. Неравномерность распределения видов в сообществе и ее количественный анализ [Текст]/ В.И. Василевич // Мозаичность растительных сообществ и ее динамика. – Владимир, 1970. – С. 66-83.
6. Василевич В.И. Очерки теоретической фитоценологии [Текст]/ В.И. Василевич. – Л.: Наука, 1983. – 247 с.
7. Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. [Текст] / Б.В.Виноградов. – М.: Наука, 1984. – 320 с.
8. Виноградов Б.В. О пространственной структуре растительного покрова [Текст] /Б.В. Виноградов // Современные проблемы биогеографии. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. – С. 13-19.
9. Гельфана А.Н. Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов. [Текст]// Пер. с англ. под ред. А.Н. Гельфана, Н.М. Новиковой, М.Б. Шадринной. – М.: РАСХН, 1999. – 306 с.

10. Грейг-Смит П. Количественная экология растений [Текст]/ П. Грейг-Смит. – М.: Мир, 1967. – 359 с.
11. Грибова С.А. Картирование растительности в съемочных масштабах [Текст]/ С.А. Грибова, Т.И. Исаченко // Полевая геоботаника. – Т. 4. – Л.: Наука, 1972. – С. 137 – 330.
12. Гуричева Н.П. Взаимоотношения между растительным покровом и животными [Текст]/ Н.П. Гуричева, П.П. Дмитриев // Горная лесостепь Восточного Хангая (МНР). – М.: Наука, 1983. – С. 172 – 180.
13. Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Деревья и кустарники: Методические разработки для студентов биологических специальностей. – Ч.1. [Текст]/ А.А. Чистякова, Л.Б. Заугольнова, И.В. Полтинкина и др.; под ред. О.В. Смирновой. – М.: Прометей, 1989.– 102 с.
14. Дмитриев Е.А. О происхождении неоднородности почвенного покрова в лесных биогеоценозах [Текст] / Е.А. Дмитриев, Л.О. Карпачевский, М.Н. Строганова, С.А. Шоба // Проблемы почвоведения. – М.: Наука, 1978. – С. 212 – 218.
15. Дылис Н.В. О горизонтальной структуре лесных биогеоценозов / Н.В. Дылис, А.И. Уткин, И.М. Успенская // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. [Текст] – 1964. – Т. 69, вып. 4. – С. 65 – 72.
16. Дылис Н.В. Основы биогеоценологии [Текст]/ Н.В. Дылис. – М.: МГУ, 1978. – 172 с.
17. Дылис Н.В. Парцеллярная структура лесных биогеоценозов и ее лесоводственное значение [Текст]/ Н.В. Дылис // Ботаника. – Минск: Наука и техника, 1968. – Вып. 10. – С. 40 – 45.
18. Дылис Н.В. Структура лесного биогеоценоза [Текст]/ Н.В. Дылис // Комаровские чтения. – Л.: Наука, 1969. – Вып. 21. – С. 1-56.
19. Емшанов Д.Г. Методы пространственной экологии в изучении лесных экосистем [Текст]/ Д.Г. Емшанов. – К.: Меркьюри Глоуб Юкрейн, 1999. – 220 с.

20. Журавлева Е.Н. Взаимоотношения видов растений в заболоченных сосновых лесах Северо-Запада России: 1. Влияние экологических факторов, формируемых древостоем, на виды мохового и травяно-кустарничкового ярусов [Текст] / Е.Н. Журавлева, В.С. Ипатов // Ботанический журнал.– 2005. – Т. 90, № 5. – С. 702 – 712.

21. Заугольнова Л.Б. Анализ растительного покрова лесной катены в антропогенном ландшафте (на примере бассейна р. Жилетовки, Подольский район Московской области) / Л.Б. Заугольнова, И.И. Истомина, Е.В. Тихонова // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. [Текст] – 2000. – Т. 105, вып. 4. – С 42 – 52.

22. Заугольнова Л.Б. Иерархический подход к анализу лесной растительности малого речного бассейна (на примере Приокско-террасного заповедника) [Текст] / Л.Б. Заугольнова // Ботанический журнал – 1999. – т. 84, № 8. – С. 42 – 56.

23. Заугольнова Л.Б. Современные представления о структуре растительного покрова: концепция иерархического континуума / Л.Б. Заугольнова // Успехи современной биологии. [Текст] – 1999. – Т. 119, № 2. – С. 115 – 127.

24. Ипатов В.С. Фитогенные поля одиночных деревьев некоторых пород в одном экотопе [Текст]/ В.С. Ипатов // Ботанический журнал. – 2007. – Т. 92, № 8. – С. 1186 – 1191.

25. Карпачевский Л.О. Лес, почва и лесное почвоведение [Текст]/ Л.О. Карпачевский, В.А. Рожков, М.Л. Карпачевский, А.З. Швиденко // Почвоведение. – 1996. – №5. – С. 586 – 598.

26. Карпачевский Л.О. Новые подходы к изучению лесных почв [Текст]/ Л.О. Карпачевский // Почвоведение– 1999. – № 1 – С. 152 – 160.

27. Карпачевский Л.О. Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе [Текст]/ Л.О. Карпачевский. – М.: МГУ, 1977. – 312 с.

28. Карпачевский Л.О. Структура почвенного покрова и разнообразие лесных фитоценозов [Текст]/ Л.О. Карпачевский // Почвоведение. – 1996. – № 6. – С. 722 – 727.
29. Катенин Е.А. Классификация неоднородных территориальных единиц растительного покрова на примере растительности тундровой зоны [Текст] / Е.А. Катенин // Ботанический журнал. – 1988. – Т. 73, № 2. – С. 186 – 197.
30. Киреев Д.М. Методы изучения лесов по аэроснимкам. [Текст] / Д.М. Киреев. – Новосибирск: Наука, 1977. – 212 с.
31. Коротков В.Н. Новая парадигма в лесной экологии [Текст] / В.Н. Коротков // Биологические науки.– 1991. – № 8. – С. 7 – 20.
32. Корчагин А.А. Строение растительных сообществ [Текст]/ А.А. Корчагин // Полевая геоботаника. – Т.5. – Л.: Наука, 1976. – 320.
33. Котов С.Ф. Количественная оценка эдификаторной роли древесных видов [Текст]/ С.Ф. Котов // Ботанический журнал. – 1983. – Т. 68, № 1. – С. 39 – 40.
34. Ласточкин А.Н. Геоэкология ландшафта [Текст]/ А.Н. Ласточкин. – СПб.: СПбГУ, 1995. – 265 с.
35. Лацинский Н.Н. О влиянии деревьев на структуру травостоя в травяных борах Нижнего Приангарья [Текст] / Н.Н. Лацинский // Ботанический журнал.– 1975. – Т. 60, № 12. – С. 1721 – 1727.
36. Лебедева В.Х. Влияние деревьев на почвенный покров в осиннике черничном [Текст]/ В.Х. Лебедева, М.Ю. Тиходева, В.С. Ипатов // Ботанический журнал.– 2008. – Т. 93, № 7. – С. 996 – 1010.
37. Лебедева В.Х. Оценка влияния деревьев на виды травяно-кустарничкового и мохового ярусов в сосняке чернично-зеленомошном [Текст] / В.Х. Лебедева, М.Ю. Тиходева, В.С. Ипатов // Ботанический журнал.– 2006. – Т. 91, № 2. – С. 176 – 192.
38. Мазинг В.В. Структурные уровни растительного покрова [Текст] / В.В. Мазинг // Тезисы доклада 7 съезда Всесоюзного

ботанического общества. Донецк, 11 – 14 мая 1983 г. – Л.: Наука, 1983. – С. 151.

39. Мазинг В.В. Структурные уровни растительного покрова [Текст] // Структура, состав и динамика бореальных растительных сообществ. / В.В. Мазинг // Учен. зап. Тарт. ун-та; вып. 812. – Тарту: Тарт. Ун-т, 1988.– С. 122-141.

40. Мазинг В.В. Структурные уровни растительного покрова [Текст]/ В.В. Мазинг // Ученые записки Тартусского университета.– Тарту, Тартусский университет. – 1988. – Вып. 12. – С. 122 – 141.

41. Мазинг В.В. Что такое структура биогеоценоза [Текст]/ В.В. Мазинг // Проблемы биогеоценологии. – М.: Наука, 1973. – С. 149 – 157.

42. Маслов А.А. К оценке параметров экологических ниш лесных растений при помощи индикационных шкал [Текст] / А.А. Маслов // Перспективы теории фитоценологии. – Тарту: Изд. АН ЭССР, 1988. – С. 105 – 110.

43. Маслов А.А. Количественный анализ горизонтальной структуры лесных сообществ [Текст] / А.А. Маслов. – М.: Наука, 1990. – 160 с.

44. Маслов А.А. О взаимодействии фитогенных полей деревьев в сосняке чернично-брусничном [Текст]/ А.А. Маслов // Ботанический журнал.– 1986. – Т. 71, № 12. – С. 1646 – 1652.

45. Маслов А.А. О совместном применении метода блоков и метода главных компонент для анализа мозаичности лесных сообществ. 2. Идентификация осей экологическими факторами [Текст]/ А.А. Маслов // Бюллетень МОИП. Отдел Биологический – 1985.–Т.90,вып.4.– С. 107–117.

46. Маслов А.А. О совместном применении метода блоков и метода главных компонент для анализа мозаичности лесных сообществ. 2. Идентификация осей фитоценологических факторами [Текст] / А.А. Маслов // Бюл. МОИП. Отд. Биол. – 1989. – Т. 94. – Вып. 3. – С. 89-95.

47. Миркин Б.М. Концепция фитоценоза: история дискуссий и современное состояние [Текст] / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова // Журнал общей биологии.– 1997. – Т. 58, № 2. – С. 106 – 117.
48. Миркин Б.М. Наука о растительности: история и современное состояние основных концепций [Текст]/ Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова.– Уфа: Гилем, 1998. – 413 с.
49. Миркин Б.М. О растительных континуумах [Текст]/ Б.М. Миркин // Журнал общей биологии. – 1990. – Т. 51, № 3. – С. 316 – 326.
50. Миркин Б.М. Об интраценотических мозаиках растительности [Текст] / Б.М. Миркин // Журн. Общ. Биологии. – 1982. – Т. 43. – №3. – С. 324-334.
51. Миркин Б.М. Теоретические основы современной фитоценологии [Текст] / Б.М. Миркин. – М.: наука, 1985. – 136 с.
52. Миркин Б.М. Что такое растительные сообщества [Текст]/ Б.М. Миркин. – М.: Наука, 1986. – 160 с.
53. Ниценко А.А. Растительная ассоциация и растительное сообщество как первичные объекты геоботанического исследования [Текст] / А.А. Ниценко. – Л.: Наука, 1971. – 153 с.
54. Парпан В.І. Структура, динаміка, екологічні основи раціонального використання букових лісів Карпатського регіону України: Автореф. дис... доктора біол. наук: 03.00.16. [Текст] / В.І. Парпан. – Дніпропетровськ, 1994. – 42 с.
55. Работнов Т.А. Изучение ценотических популяций в целях выяснения стратегии жизни видов [Текст] / Т.А. Работнов // Бюллетень МОИП. Отдел биологический.– 1975. – Т. 80, вып. 2. – С. 5 – 17.
56. Работнов Т.А. Фитоценология. [Текст] /Т.А. Работнов. – 2-изд. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 292с.

57. Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель [Текст] / Л.Г. Раменский. – М.: Сельхозгиз, 1938. – 620 с.
58. Раменский Л.Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова [Текст]/ Л.Г. Раменский. – Л.: Наука, 1971. – 334 с.
59. Раменский Л.Г. О некоторых принципиальных положениях современной геоботаники [Текст] / Л.Г. Раменский // Ботанический журнал.– 1952. – Т. 37, № 2. – С. 181 – 201.
60. Раменский Л.Г. О принципиальных установках, основных понятиях и терминах производственной типологии земель, геоботаники и экологии [Текст]/ Л.Г. Раменский // Советская ботаника. – 1935. – №4.– С. 25 – 42.
61. Раменский Л.Г., Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову [Текст]/ Л.Г. Раменский, И.А. Цаценкин, О.Н. Чижиков, Н.А. Антипов. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 472 с.
62. Скворцова Е.Б. Экологическая роль ветровалов [Текст]/ Е.Б. Скворцова, Н.Г. Уланова, В.Ф. Басевич. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 192 с.
63. Смирнова О.В. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность: Кн. 1. [Текст] // под ред.Смирновой О.В. – М.: Наука, 2004. – 479 с.
64. Смирнова О.В. Объем счетной единицы при изучении ценопопуляций растений различных биоморф [Текст] / О.В. Смирнова // Ценопопуляции растений (Основные понятия и структура). – М.: Наука, 1976. – С. 72 – 80.
65. Смирнова О.В. Онтогенез дерева и его отражение в структуре и динамике растительного и почвенного покрова [Текст]/ О.В. Смирнова // Экология. – 2001. – № 3. – С. 177 – 181.

66. Смирнова О.В. Популяционная организация биоценотического покрова лесных ландшафтов [Текст]/ О.В. Смирнова // Успехи современной биологии.– 1998. – Т. 118, № 2. – С. 25 – 39.
67. Смирнова О.В. Популяционные методы определения минимальной площади лесного ценоза [Текст] / О.В. Смирнова, Р.В. Попадюк, А.А. Чистякова // Ботан. Журн. – 1988. – Т. 73. – №10. – С. 1423-1433.
68. Смирнова О.В. Структура травяного покрова широколиственных лесов [Текст]/ О.В. Смирнова. – М.: Наука, 1987. – 208 с.
69. Сукачев В.Н. О соотношении понятий «географический ландшафт» и «биогеоценоз» [Текст]/ В.Н. Сукачев // Вопросы географии.– 1949. – Сб. 16. – С. 45 – 60.
70. Сукачев В.Н. Основные понятия лесной биогеоценологии [Текст] / В.Н. Сукачев // Основы лесной биогеоценологии. – М.: Наука, 1964. – С. 5 – 49.
71. Сукачев В.Н. Основные принципы лесной типологии [Текст]/ В.Н. Сукачев // Труды совещания по лесной типологии.– М.-Л.: АН СССР, 1951. – С. 7 – 19.
72. Сукачев В.Н. Основы теории биогеоценологии [Текст]/ В.Н. Сукачев // Юбилейный сборник, посвященный 30-летию Великой Октябрьской социалистической революции. – Ч.2. – М.-Л.: АН СССР, 1947. – С. 283 – 304.
73. Сушина Р.Е. О некоторых методах изучения мозаичности луговых сообществ [Текст] / Р.Е. Сушина // Мозаичность растительных сообществ и ее динамика. – Владимир, 1970. – С. 205-323.
74. Трасс Х.Х. Геоботаника. История и современные тенденции развития [Текст] / Х.Х. Трасс. – Л.: Наука, 1976. – 252 с.
75. Уиттекер Р. Сообщества и Экосистемы [Текст]/ Р. Уиттекер. – М.: Прогресс, 1980. – 327 с.

76. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов [Текст] / А.А. Уранов // Биологические науки.– 1975. – № 2. – С. 7 – 34.

77. Ханина Л.Г. Новый метод анализа лесной растительности с использованием многомерной статистики (на примере заповедника Калужские засеки) [Текст] / Л.Г. Ханина, В.Э. Смирнов, М.В. Бобровский // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. – 2002. – Т. 107, вып.1.– С. 40 – 48.

78. Холод С.С. Ценотический подход к изучению пространственной структуры неоднородности растительного покрова тундровой зоны 1. Цельнопокровные кустарничково-травяно-моховые (сфагновые) тундры [Текст]/ С.С. Холод // Ботанический журнал.– 1997. – Т. 82, № 8. – С. 48 – 62.

79. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура): коллективная монография [Текст] // отв.редакторы А.А. Уранов, Т.И. Серебрякова. – М.: Наука, 1976. – 216 с.

80. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) учебное пособие [Текст] / Л.Б. Заугольнова, Л.А.Жукова, А.С.Комарова, О.В. Смирнова. – М.: Наука, 1988. – 183 с.

81. Юрцев Б.А. Основные направления современной науки о растительном покрове [Текст] / Б.А Юрцев. – Ботан. Журн. –1988. – Т. 73, №10. – С. 1423-1433.

82. Ярошенко П.Д. Некоторые итоги пятилетних исследований мозаичности растительных сообществ: (Из работ каф. Ботаники Владимир. Гос. Пед. Ин-та) [Текст] / П.Д. Ярошенко // Мозаичность растительных сообществ и ее динамика. – Владимир, 1970. – С. 382-397.

83. Ястребов А.Б. Интерференция фитогенных полей деревьев в лишайниково-зеленомошных сосняках [Текст] / А.Б. Ястребов // Ботанический журнал.– 1993. – Т. 78, № 6. – С. 54 – 65.

84. Allen T.F.H. Hierarchical complexity in ecology: F noneuclidian conception of the data space [text] / T.F.H. Allen. – Vegetatio. – 1987. – Vol. 69, № 1. – P. 17-25.
85. Allen T.F.H. Hierarchy: perspectives for ecological complexity. [text] / T.F.H.Allen, T.B.Starr. – Chicago: Univ. Chicago press, 1982. – 310p.
86. Austin M.P. A new model for the continuum concept [text] / M.P. Austin, T.M. Smith // Vegetatio. – 1989. –Vol. 83, N 1-2. – P. 35-47.
87. Austin M.P. Current Problems of Environmental Gradients and Species Response Curves in Relation to Continuum Theory [text] / M.P. Austin, M.J. Gaywood // Journal of Vegetation Science – 1994. – Vol. 5, Is. 4. – P. 473 – 482.
88. Bray J.R. An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin / J.R. Bray, J.T. Curtis [text] // Ecological Monographs. – 1957. – Vol. 27. – P. 325 – 349.
89. Collins S.L. A hierarchical analysis of species' abundance patterns in grassland vegetation. [text] /S.L. Collins, S.M. Glenn // American Naturalist. – 1990. – 135 (5). – P.633–648.
90. Collins S.L. The hierarchical continuum concept / S.L. Collins, S.M. Glenn, D.W. Roberts [text] // Journal of Vegetation Science – 1993. – Vol. 4, Is. 2. – P. 149 – 156.
91. Cottam G. Wisconsin comparative ordination [text] / G. Cottam, F.G. Goff, R.H. Whittaker// Handbook of vegetation science. – The Hague: Junk, 1973 – Pt.5: Ordination and classification of communities. – P. 193-221.
92. Didukh. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. [text] /Didukh, P. Ya – Kyiv: Phytosociocentre, 2011. – 176 p.
93. Fischer H.S. An outline for data analysis in phytosociology: past and present [text] / H.S. Fischer, F.A. Bemerlein// Vegetatio. – 1989. – Vol. 81, № ½. – P. 17-28.

94. Forest Succession: Concepts and Applications [text] / ed by D.C. West, H.H. Shugart and D.B. Botkin. – N.Y.: Springer-Verlag, 1981 – 498 p.
95. Gauch H.G.J. Coenocline simulation [text] / H.G.J. Gauch, R.H. Whittaker // Ecology. – 1972. – Vol. 53. – P. 446 – 451.
96. Greig-Smith P. Pattern in vegetation / P. Greig-Smith [text] // Journal of Ecology. – 1979. – Vol. 67. – P. 755 – 779.
97. Greig-Smith P. The use of random and contiguous quadrats in the study of the structure of plant communities [text] / P. Greig-Smith // Ann. Bot. 1952. – Vol. 16. – P. 293-316.
98. Grime J.P. Plant strategies and vegetation processes / J.P. Grime. – Chichester, [text] – N.Y.: Willey, 1979. – 222 p.
99. Harper J.L. Population biology of plants [text] / J.L. Harper. – London, N.Y.: Academic Press, 1977. – 892 p.
100. Hill M.O. DECORANA: A FORTRAN program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging [text] / M.O. Hill. – N.Y.: Cornell University, 1979. – 52 p.
101. Hill M.O. Detrended Correspondence Analysis: an improved ordination technique [text] / M.O. Hill, H.G. Gauch // Vegetatio. – 1980. – Vol. 42. – P.47 – 58.
102. Hill M.O. Reciprocal averaging: an eigenvector method of ordination / M.O. Hill [text] // Journal of Ecology. – 1973. – Vol. 61. – P. 237 – 249.
103. Hill M.O. TWINSpan – A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes [text] / M.O. Hill. – Ithaca, NY: Ecology and Systematics, Cornell University, 1979 – 258 p.
104. Kershaw K.A. Quantitative and dynamic plant ecology.[text]/ K.A. Kershaw – 2 nd ed. – L.: Arnold, 1974. – 308p.

105. Kershaw K.A. The use of cover and frequency in the detection of pattern in plant communities [text] / K.A. Kershaw // Ecology. – 1957. – Vol. 38, №2. – P. 291-299.
106. Legendre L. Numerical ecology. [text]/L. Legendre, P. Legendre // Amsterdam: Elsevier Science B. V., 1998. – 853 p.
107. Martinez K.A. 2015. Core-satellite species hypothesis and native versus exotic species in secondary succession. [text] / K.A. Martinez, D.J. Gibson, B.A. Middleton // Plant Ecology. – 216 (3). – P.419–427.
108. McCune B. Analysis of Ecological Communities. MjM SoftWare Design, [text]/ B McCune, J. B. Grace. – 2002. –300 p.
109. McLachlan G.J. Discriminant analysis and statistical pattern recognition. [text] / G.J. McLachlan. – Wiley-Interscience: Hoboken, 2004. – 580p.
110. Noy-Meir I. Relations between community theory and community in vegetation science: Some historical perspectives [text]/ I. Noy-Meir., E. van der Maarel // Vegetatio. – 1987. –Vol. 69, –№ 1/3. – P. 5-15.
111. O’Neil R.V. A hierarchical concept of ecosystems / R.V. O’Neil, D.L. de Anders, J.B. Waide, T.F.H. Allen. [text] – Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1986. – 153 p.
112. Ordination of plant communities [text] / Edited by R.H. Whittaker.– The Hague: Junk, 1978. – 388 p.
113. Palmer M.V. Fractal geometry: A tool for describing spatial patterns of plant communities [text] / M.V. Palmer // Vegetatio. – 1988. – Vol. 75, – №1/2. – P. 91-102.
114. Patten B.C. Systems approach to the concept of environment [text] / B.V. Patten // Ohio J. Sci. – 1978. – Vol. 78. – P. 206-222.
115. Persson S. Ecological indicator values as an aid in the interpretation of ordination diagrams [text] // Journal of Ecology. – 1981. – V.69, № 1. – P. 71 – 84.

116. Picket S.T.A. The ecology of natural disturbance and path dynamics [text] / S.T.A. Picket, P.S. White. – Orlando: Academic Press, 1985. – 472 p.
117. Plant Ecology. [text] – Oxford: Blacwell Science Publisher, 1986. – 496 p.
118. Smirnova O.V. Population mosaic cycles in forest ecosystems [text] / O.V. Smirnova, L.B. Zaugol'nova, I.I. Istomina, L.G. Khanina // Proceedings IAVS Symposium. – Uppsala: Opulus Press, 2000. – P. 108 – 110.
119. Smith T.M., Scale and resolution of forest atructural patten [text]/ T.M. Smith, D.L. Urban // Vegetatio. –1988. – Vol. 74, – № 2/3. –P. 143-150.
120. The mosaic-cycle concept of ecosystems [text] – Berlin: Springer-Verlag, 1991. – 168 p.
121. Van der Maarel E. Vegetation dynamics: Patterns in time and space [text] // Vegetatio. – 1988. – Vol. 77, – № 1/3. – P. 7-19.
122. Vera F.W.M. Grazing ecology and forest history [text] / F.W.M.Vera. – Oxon – New York: CABI Publishing, 2000 – 506 p.
123. Whittaker R. H. Communities and ecosystems [text] / R.H. Whittaker. 2 ed. – N.-Y. : Academic Press, 1975. – 386 p.
124. Whittaker R.H. Gradient analysis of vegetation [text] / R.H. Whittaker // Biological Reviews. – 1967. – Vol. 42. – P. 207 – 264.
125. Xiaobing Dai, Transect-based patch size frequency analysis [text]/Dai Xiaobing, van der Maarel // Journal of Vegetation Science – 1997. – Volume 8, Issue 6. – P. 865 – 872.
126. Yemshanov D.G. Spatial dependence in ecological data: some approaches for modeling and biodiversity description [text] / D.G. Yemshanov // Екологія та ноосферологія. – 1995. – Т. 1, № 1 – 2. – С. 157 – 165.