



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)**

ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ГЕОГРАФИИ

**«ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОРФОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ДЛЯ
ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ
ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ»**

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

Проверка на объем заимствований:
69,34 % авторского текста

Выполнила:
Студентка группы ОФ-401/058-4-1
Терентьева Кристина Олеговна

Работа допущена к защите
«19» июня 2017 г.
Зав.кафедрой географии и МОГ
Малаев А.В.

Научный руководитель:
Кандидат географических наук,
доцент.
Пекин В.П.

7, 2017г

Челябинск
2017

Содержание

Введение.....	4
Глава 1. Современные подходы к описанию структуры и динамики наземных экосистем.....	7
1.1. Современное состояние природных экосистем.....	7
1.2. Оценка антропогенной нагрузки на природные экосистемы.....	9
1.3. Параметры биологического разнообразия. (альфа-, бета-, гамма-разнообразие).....	13
1.4. Методы изучения биоразнообразия.....	15
1.5. Жизненные формы как элемент наземной экосистемы.....	18
Глава 2. Объект и место проведения исследований.....	22
2.1. Объект исследований - беспозвоночные.....	22
2.2. Приспособительные особенности беспозвоночных к обитанию в травостое.....	23
2.3. Экологические группы насекомых.....	26
2.4. Травостой как место обитание насекомых.....	28
2.5. Место проведения исследования.....	29
Глава 3. Методика работы и материал.....	32
3.1. Методика сбора материала.....	32
3.2. Полученные результаты и обсуждение	34
Выводы	42

Список используемой литературы.....	43
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.Снимки исследуемых территорий.....	48

Введение

В основе мониторинга природных и природно-антропогенных экосистем лежат знания о зависимости структурно-функциональной организации системной констелляции факторов внешней среды и антропогенного воздействия. Поэтому любое изучение экосистем начинается с изучения структурно-функциональных особенностей.

В настоящее время структуру экосистем описывают системой таксонов или перечнем экологических групп животных и растений. Но выделенная на этой основе структура в полной мере не отражает процессов, происходящих в экосистеме. В связи с этим у нас в стране развивается подход, при котором в качестве функциональных единиц экосистем рассматриваются жизненные формы [Пекин В.П.,2003].

Основная проблема на этом пути связана с недостаточной разработанностью общей теории жизненных форм. Не смотря на достаточно длительную историю развития учения о жизненных формах до сих пор нет общепринятого подхода к определению и выделению жизненных форм. Жизненная форма как общебиологическое понятие впервые было дано И. Х. Шаровой в 1986 году, на основе понятия экологическая ниша. Но как только определение ЖФ было опубликовано, оно сразу же подверглось критике А.Ю. Алеевым (1986). К настоящему моменту насчитывается не один десяток определений в разных областях экологии и биологии этого важного экологического понятия.

В современной научной литературе по сообществам беспозвоночных наиболее часто используется подход И.Х. Шаровой [Шарова И.Х.,1981.] . Её подход был разработан для одной таксономической группы насекомых, а именно для жуужелиц. Как показала практика применения этого подхода для других групп беспозвоночных подход мало продуктивен по причине

того что жизненные формы в толговании ИХ Шаровой по своей сути являются системой экологических групп жужелиз выделяемых на основе морфоэкологических признаков. В связи с этим он не может быть распространен на все сообщество беспозвоночных [Пекин В.П., 2003].

Работа направлена на разработку нового подхода к описанию структурно-функциональной организации природных и природно-антропогенных экосистем. В основе подхода лежит представление о динамической форме и динамических жизненных формах беспозвоночных [Пекин В.П., 2002].

Принципиальной новизной разрабатываемого подхода является то, что жизненные формы выделяются не столько на основе морфоэкологических адаптаций, сколько на выявлении общих принципов движения беспозвоночных. Уход от морфоадаптивной основы в выделении жизненных форм позволяет выйти за узкие таксономические рамки, также позволит с единых методологических и методических позиций описывать структуру сообщества [Пекин В.П.,2015].

Научная актуальность данного исследования заключается в том, что представленный в работе подход позволяет уйти от таксономического описания сообщества и связанных с геометрическим представлениями форм ограничений.

Однако для утверждения данного подхода в экологии необходимы широкие исследования на его основе природных и природноантропогенных экосистем. Одним из инструментов изучения структуры сообществ на основе нового подхода является построение и анализ динамических спектров [Пекин В.П.,2003].

Цель работы: Выявить динамический спектр хортобионтных беспозвоночных в экосистемах с различным уровнем антропогенной нагрузки и определить его основные параметры.

Задачи которые решались в работу для достижения поставленной цели:

1. Анализ комплекса проблем, решаемых при описании структуры и динамики энтомокомплексов наземных экосистем;
2. Знакомство с методами количественного учета численности хортобионтных беспозвоночных;
3. Проведение количественного учета хортобионтных беспозвоночных;
4. Формализация габитусов методом эталонного сравнения форм и их описание в полярной системе координат.

Объектом изучения явились: сообщества хортобионтных беспозвоночных.

Предмет изучения: динамическая структура сообщества хортобионтных беспозвоночных.

Практическая значимость работы состоит в том, что динамический спектр может явиться инструментом мониторинга процессов, протекающих в экосистемах.

Глава 1. Современные подходы к описанию структуры и динамики наземных экосистем

1.1. Современное состояние природных экосистем

Экологическая ситуация - все более значимый фактор регионального развития: она определяет рамочные условия для экономики и качества жизни населения, может выступать как конкурентным преимуществом территории, так и одним из недостатков, снижающих ее инвестиционную привлекательность. Региональные проблемы природопользования целесообразно объединить в два блока. Первый блок - природно-обусловленные проблемы, связанные с естественным потенциалом самоочищения ландшафтов, экологической емкостью локальных экосистем. Второй блок - антропогенно обусловленные проблемы, связанные с деятельностью человека. Сущность экологических проблем сводится к существенному превышению антропогенных нагрузок на ландшафты относительно их экологической емкости. Экологическая оценка территории включает анализ качества окружающей среды и ее изменения, под воздействием техногенных факторов, что подразумевает определение степени остроты экологической ситуации.

Для прошедшего века характерны очень быстрые, на протяжении жизни одного поколения изменения характеристик окружающей среды - от изменения концентраций различных газов в атмосфере до нарушения естественного круговорота биогенов и вымирания различных видов организмов, когда живой организм вынужден стремительно "отрабатывать" новые варианты поведения для своего выживания в изменившихся условиях или же погибнуть. [Фирулина И.И., Лазарева Н.В., 2016]

Вещественно-энергетические потоки регулируются при участии информационных взаимодействий. Границы экосистемы исследователи определяют, исходя из решения конкретных задач. При этом учитываются как общие и поверхностные сведения, так и точные, но формальные критерии. Часто принята произвольная масштабность, за пределами которой тот или иной компонент считается «элементом» системы, далее неделимым. В другом случае он может сам рассматриваться как система. Очень сходны представления об экосистеме и о биогеоценозе. Внедряясь в природные экосистемы, человек разрушает и собственную экологическую нишу, создавая вместо нее искусственную среду обитания, где все усилия человека сосредотачиваются не на деятельности по сохранению нормального генома, а на достижении иных целей.

В настоящее время под антропогенной трансформацией природной среды понимается процесс изменения природных компонентов и комплексов под воздействием деятельности людей. Изменение экосистем – это совокупность экологических и биогеохимических процессов, которые связаны с различной деятельностью человека, направленной на извлечение из окружающей среды, концентрирование и перегруппировку минеральных и органических ресурсов, сопровождается изменением природных компонентов. Для Челябинской области характерны чрезвычайно высокие и разноплановые антропогенные нагрузки на окружающую среду. По выбросам загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников, по объемам сброса загрязненных сточных вод и количеству накопленных твердых промышленных и бытовых отходов область входит в первую десятку наиболее проблемных регионов РФ.

Актуальной является проблема формирования экологического каркаса - территорий, не охваченных интенсивным развитием процессов деградации и обеспечивающих в этой связи воспроизводственные функции

биосферы. За каждым из элементов экологического каркаса должен быть закреплен особый правовой статус, исключающий вероятность их отчуждения под экологически неприемлемые виды деятельности.

В связи с современным состоянием экосистем актуален их постоянный мониторинг на всех масштабных уровнях. В связи с этим существует необходимость дальнейшей разработки методов мониторинга особенно на микро уровне [Дегтярев П.Я.,2010].

1.2. Оценка антропогенной нагрузки на природные экосистемы

На сегодняшний день весьма актуальны наблюдения за изменениями состояния окружающей природной среды, вызванные антропогенными воздействиями, так как человек живет и функционирует в данной среде. Наблюдения за состоянием окружающей природной среды осуществляются на основе экологического мониторинга. Мониторинг-система наблюдений за предметами или явлениями в определенный промежуток времени по определенной программе. Экологический мониторинг - комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

Целью экологического мониторинга является своевременное выявление негативных изменений в состоянии окружающей среды. В процессе мониторинга систематизируется информация о состоянии окружающей среды, о причинах вероятных изменений, о допустимости изменений нагрузок на среду, о существующих резервах экосистем и биосферы в целом. К научным и организационным основам биомониторинга относят непрерывность и регулярность проведения исследования. Так же одной из специфических особенностей проведения

экологического мониторинга является единство и сопоставимость методов наблюдений, отбора, обработки, хранения и распространения данных. Все данные строго регламентируются, сопоставляются по ГОСТу.

В основу классификации мониторинга положены различные подходы: по территориальному охвату подразделяется на локальный, глобальный и региональный; по видам природных сред, например, экологический мониторинг атмосферного воздуха; по объектам исследования делится на климатический, медико-экологический, геофизический; по степени загрязнителя: фоновый, мониторинг источников загрязнений, мониторинг загрязнений. Биологический контроль окружающей среды включает два основных вида мониторинга: биоиндикация и биотестирование.

Биоиндикация (bioindication) – определение экологически значимых природных и антропогенных нагрузок на основе реакций живых организмов непосредственно в среде их обитания. [Лященко О.А., 2012] Биологические индикаторы обладают признаками, свойственными системе или процессу, на основании которых производится качественная или количественная оценка тенденций изменений. В настоящее время известно, что основным индикатором устойчивого развития в конечном итоге является качество среды обитания.

Биотестирование (bioassay) – процедура установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сообщающих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций тест-объектов. Для оценки параметров среды используются стандартизованные реакции живых организмов (отдельных органов, тканей, клеток или молекул). В организме, пребывающем контрольное время в условиях загрязнения, происходят изменения физиологических, биохимических, генетических, морфологических или

иммунных систем. Объект извлекается из среды обитания, и в лабораторных условиях проводится необходимый анализ.

Подходы близки по конечной цели исследований, но важно помнить, что биотестирование осуществляется на уровне клетки или организма и выявляет вероятные последствия загрязнений окружающей среды для биоты, а биоиндикация проводится на уровне целого организма, популяции или сообщества и характеризует, чаще всего, результат загрязнения. Живые организмы – открытые саморегулирующиеся системы, через которые идёт поток энергии и круговорот веществ.

Биологический мониторинг с использованием живых организмов в последние десятилетия выделился как актуальное научно-прикладное направление. В виду этого стоит отметить нехватку учебной литературы по данным вопросам и большую потребность в ней.

Под экологическим качеством среды обитания человека понимают характеристику природной среды, обеспечивающую комфортное проживание человека.

Поскольку человек адаптирован и комфортно существует только в современном биологическом окружении, в природных экосистемах, понятие «экологическое качество среды» представляет сохранение экологического равновесия в природе (относительной устойчивости видового состава экосистем и состава сред жизни), которое и обеспечивает здоровье человека.

Необходимо различать цели и способы нормирования и оценки качества среды обитания человека по физико-химическим параметрам, с одной стороны, и экологического прогноза будущего изменения состояния экосистемы и здоровья людей в условиях антропогенной нагрузки— с другой.

Антропогенные загрязнения действуют на живые организмы, и в том числе на человека комплексно. Конstellляцию факторов можем оценить

только по реакции живых организмов или целых сообществ. Прогноз действия на человека загрязненного воздуха, химических добавок в пище или за грязненной воды правомочен, если в оценку токсичности входят не только расчетные методы, но и биологическая диагностика действия среды на животных. Кроме того, многие ксенобиотики (чужеродные для биосферы вещества) накапливаются в живом организме, и в результате длительное воздействие даже самых малых концентраций этих веществ вызывает патологические изменения. Наконец, известен парадоксальный эффект малых доз многих биологически активных соединений, когда сверхслабые дозы (ниже ПДК) оказывают на организм более сильное действие, чем их средние дозы и концентрации.

В биологии под стрессом понимается реакция биологической системы на экстремальные факторы среды (стрессоры), которые могут в зависимости от интенсивности, силы, момента и продолжительности воздействия более или менее влиять на систему. Стрессовое воздействие среды приводит к изменению основных параметров организма.

Универсальным показателем изменения нормального состояния тестируемого организма является стресс при попадании из «чистой» среды в «загрязненную».

Основным принципом биологического мониторинга является установление оптимального — контрольного — уровня, любые отклонения от которого свидетельствуют о стрессовом воздействии. Обычно при оценке оптимума по какому-либо одному параметру возникает вопрос о том, будут ли данные условия оптимальными также для других характеристик организма. Однако если исследуемые параметры характеризуют основные свойства организма в целом, то их оптимальный уровень оказывается сходным. Например, столь разные и, казалось бы, совершенно независимые параметры, как асимметрия морфологических признаков, ритмика роста показатели крови, интенсивность потребления

кислорода и частота хромосомных aberrаций, могут изменяться синхронно, когда при определенном стрессовом воздействии в действительности изменяется наиболее общая базовая характеристика организма — гомеостаз развития.

Если на сегодняшний день методы биотестирования широко применяются с использованием отдельных организмов, то на уровне многовидовых сообществ оценка происходящих изменений, в результате антропогенной нагрузки, весьма затруднительна в виду высокой сложности экосистем. Наиболее распространенной на сегодняшний день является оценка нарушений экосистем на основе изменений показателей биоразнообразия. Выявление параметров биоразнообразия необходимо для оценки состояния той или иной территории и осуществления эффективной природоохранной деятельности.

1.3. Параметры биологического разнообразия (альфа-, бета-, гамма-разнообразие)

Основным критерием устойчивости экосистемы является показатель биологического разнообразия. Биологическое разнообразие — изменчивость живых организмов из всех источников, включая, среди прочего, наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются; это понятие включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем.

Р. Уиттекер делает вывод, что видовое разнообразие относится к числу наиболее трудно прогнозируемых признаков сообщества.

Важно заметить, что для определения значения видового разнообразия необходимы сведения не только о количестве видов, но еще и о соотношении их значимости в сообществе. В работах Роберта

Уиттекера была предложена организация уровней экосистемного разнообразия и исследованы зависимости биоразнообразия от факторов окружающей среды. Согласно его представлениям выделяют: альфа -, бета -, гамма-разнообразие.

При оценке альфа-разнообразия принимаются во внимание два фактора: видовое богатство и выравненность обилий видов. Видовое богатство – число видов, для сравнения отнесенное к определенной площади. Выравненность – равномерность распределения видов по их обилию в сообществе.

Бета-разнообразие - разнообразие между сообществами, показатель степени дифференцированности распределения видов или скорости изменения видового состава, видовой структуры вдоль градиентов среды (градиента экологического фактора, например, влажности). Оно может быть измерено числом синтаксонов одного ранга (субассоциации, ассоциации и пр.) или величиной «полусмена» – отрезка градиента среды, вдоль которого меняется половина видового состава сообщества.

Гамма-разнообразие - разнообразие ландшафтов, это объединение альфа- и бета-разнообразия. Его простейший показатель - список видов в пределах ландшафта, хотя корректней его оценивать как произведение среднего числа видов в сообществе на число типов сообществ. Следовательно, одна и та же величина гамма-разнообразия может быть получена разными путями: 1) мало сообществ богатых видами, 2) много сообществ бедных видами. На основе сказанного выше понятно, что нельзя однозначно ответить на вопрос о том, какие сообщества (многовидовые или с небольшим числом видов) выгоднее природе, т.к. все зависит от особенностей условий среды и собравшихся в сообществе видов [Уиттекер Р.,1980].

1.4. Методы изучения биоразнообразия

При выделении уровней биологического разнообразия наибольшее распространение получил подход, предложенный разработчиками современной теории биоразнообразия Э. Уилсоном, Р. Носсом, Р. Уитеккером, Б.Марко. Согласно данному подходу выделяют четыре основных уровня организации биоразнообразия: генетический, популяционно-видовой, сообщественно-экосистемный и ландшафтно-региональный. При этом в практике сохранения природы биологического разнообразия на генетическом уровне рассматривается достаточно редко, хотя имеются эффективные методы сохранения генофонда, которые широко применяются при разработке программ сохранения исчезающих видов.

Изучение состояния популяций модельных видов на территории позволяет одновременно осуществлять популяционный подход, при котором используется одно из свойств популяции - способность к устойчивому поддержанию численности при внешних возмущениях системы. Поэтому применение популяции в качестве индикационного объекта позволяет выявить общие закономерности устойчивости при антропогенном воздействии. Для диагностики среды обитания при популяционном подходе изучаются численность и биомасса отдельных видов, пространственное размещение, половой и возрастной состав популяции. Но популяционно-видовое многообразие зачастую определяется разнообразием более высокого организационного уровня - экосистемным разнообразием. Каждая функциональная ячейка биосферы - экосистема - представляет собой локальную совокупность взаимодействующих в процессе биогенного круговорота организмов и компонентов их среды.

Методологический подход оценки биоразнообразия, основанный на использовании экосистемного подхода, заключается в том, что основные элементы живой и неживой природы при взаимодействии друг с другом создают соподчиненные системы. Исследование экосистемного разнообразия позволит судить о биоразнообразии на остальных иерархических уровнях. Эта работа предполагает выделение экотопического разнообразия на основе изучения морфоструктур территории, так как рельеф является ведущим фактором распределения температуры, влаги, прихода солнечной радиации, снегонакопления и пр. Условия среды (рельеф, климат, гидрология, геология и др.) определяют процессы заселения конкретной территории различными видами и формирование природных комплексов и подкомплексов территории.

Недостаток параметров биоразнообразия для оценки состоит в том, что в качестве структурных единиц рассматриваются виды организмов. Вместе с этим существует мнение о том, что элементами экосистемы таксономические виды не являются. Жизненная форма – это морфоэкологическая организация группы организмов на любой фазе индивидуального развития, независимая от степени родства, отражающая характерные черты их образа жизни и возникшая под влиянием сходных факторов [Шарова И.Х., 1976]. Не смотря на то, что сегодня жизненные формы рассматриваются в качестве единицы экосистемы многими учеными, существует проблема выделения жизненных форм. Существуют свыше 100 определений жизненных форм, как общебиологического понятия, что указывает на отсутствие единства. Жизненная форма сводится к понятию жизненных групп [Пекин В.П., 2015]. Жизненная форма - целостная иерархическая система взаимообусловленных адаптаций, определяющая общность приспособительной специфики группы организмов, обитающих в сходных условиях среды и возникающая в результате аналогичного естественного отбора [Пекин, 1992]. В последние десятилетия развивается

новый подход в рамках которого мы оцениваем состояние экосистемы с точки зрения изменения динамики энтомокомплексов.

Для выявления системно целостных объектов с позиций пространственного критерия нами проведено изучение основных морфофизиологических и этологических адаптаций различных стадий онтогенеза кокциnellид и построена система их жизненных форм в рамках морфолого-редукционной парадигмы. Существенным свойством любой системы является ее внутренняя целостность. В любой системе ее структурные блоки должны непротиворечить пространственному критерию системы. И каждый случай, когда мы сталкиваемся с пространственным несоответствием различных параметров системы, должен восприниматься нами как сигнал к тому, что эти параметры относятся к различным системам и к различным системным уровням организации биологических объектов.

При выборе ключевых районов исследования большое значение отводится выбору модельных таксонов и видов-индикаторов состояния биологического разнообразия.

К изучению структуры сообществ существует множество подходов. Все их можно разделить на две большие группы. С точки зрения одних исследователей основная автономная единица жизни - организм; во взаимоотношениях организма со всеми факторами окружающей среды определяется возможность жизни данного вида в определённой экосистеме. Другие авторы переносят центр тяжести на сообщество (экосистему), как единое целое; наличие вида в данных условиях, в первую очередь, определяется его тесными связями с другими видами, обитающими в данной экосистеме (т. е. биотическими факторами). Длительное сосуществование видов в филогенезе способствовало формированию тесных взаимоотношений между ними и образованию естественных комплексов видов.

Сторонники первой точки зрения, принимая за основу изучения организм, по сути, переходят от структуры сообщества к структуре популяции. В данной работе мы будем придерживаться второй точки зрения – синэкологической [Пекин В.П., 2000].

1.5. Жизненные формы как элемент наземной экосистемы

Традиционно экосистемы описываются с помощью параметров видового разнообразия. Однако, видовая динамика в полной мере не отражает процессов происходящих в экосистеме, так как эти виды находятся в экосистеме всегда. Видовое разнообразие часто остаётся неизменным, при изменении течения процессов в экосистеме. Меняется численность видов, спектр активных форм, которые присутствуют в экосистеме. Могут быть абсолютно одинаковые экосистемы, но разное видовое разнообразие, сопоставить которые мы не можем. Список видов мало информативен. Один и тот же вид может быть представлен разными жизненными формами. В таких ситуациях модно группировать данные виды по какому-либо свойству [Пекин В.П., 2005]. Наиболее часто выделяют экологические группы. Но экологическая группа - это результат классификационной деятельности человека. Если мы изучим экологию отдельных видов, экологические группы которые в результате выделяются являются логическим конструктом, и реально в природе не существуют. Поэтому экологическая структура на основе выделения экологических групп не отражает существующую в природе систему. Данный подход в изучении сообществ и экосистем рассматривает экосистему как множество объектов. Но, Множество это не есть система. Наша задача рассмотреть сообщество как систему. Поэтому список видов это множество, это не есть система.

Таксономические списки не всегда пригодны для анализа структурно-функциональных особенностей экосистемы, т. к. вид экологически неоднороден, поэтому список видов неинформативен относительно процессов происходящих в экосистеме. С другой же стороны традиционные жизненные формы, выделяемые на основе эколого-морфологического подхода, так же мало информативны, т.к. являются экологическими группами.

Т.е. группами, выделяемых на основе морфо адаптаций, при этом особенности габитуса беспозвоночных традиционно описываются в рамках геометрических представлений формы, с использованием морфометрических индексов, что субъективно и не отражает в полном объеме структурно-функциональную организацию, которая во многом определяется процессами протекающими в экосистеме. С позиции системного подхода, свойства организма как элемента определяются системой, элементом которой он является (Пекин В.П., 2008).

Так же жизненные формы, не обладают свойствами элемента экосистемы и являются искусственно выведенными группами организмов. В противовес, динамическая форма обладает независимыми от исследователя динамическими свойствами.

Впервые разрешение противоречий между эформоническим и экоморфологическим направлениями было предложено В.П. Пекиным. Суть решения – представление жизненной формы как системы адаптаций организменного уровня.

Чтобы уйти от отождествления жизненной формы и экологической группы, мы принимаем определение жизненной формы данное В.П. Пекиным [Пекин В.П., 2015]. Жизненная форма – система адаптации организма, опосредованная его динамической формой и являющаяся элементом экосистемы. Центральным моментом определения является представление о динамической форме. Для объяснения сути динамической

формы В.П. Пекин и Б.М. Чичков приводят в качестве примера шар со смещенным от середины центром тяжести в сравнении с шаром, где такого смещения нет. «...если эти два тела, имеющих геометрическую форму шара, привести в какую либо систему взаимодействия (катнуть по поверхности стола), то их динамические свойства окажутся различными, так как они относятся к разным динамическим типам форм.»[Пекин В.П., Чичков Б.М., 2008].

Любой организм обладает центром тяжести тела. Положение центра тяжести определяет особенности движения организмов. Центр тяжести тела тесно связан со способом локомоции беспозвоночных [Терентьева К.О., 2016].

Например, 4 типа жизненных форм хортобионтных клопов, выделенных А.В. Лагуновым в соответствии с их особенностями передвижения в травостое «перешагиватели», «прыгуны», «летуны» и «ползатели» отличаются кроме особенностей габитуса и длинной конечностей ещё и положением центра тяжести и связанного с ним геометрического центра дорсовентральной проекции. Положение центра тяжести на продольной оси тела беспозвоночных используется для построения динамического спектра беспозвоночных наземных экосистем. При этом показано, что в климаксных экосистемах (берёзовый лес с папоротником), где реализуется максимальная энергетическая проводимость, динамический спектр симметричен. В сериальных экосистемах (залеж поросшая Иван-чаем) наблюдалось нарушение симметрии динамического спектра хортобионтных беспозвоночных. Однако, действительно ли имеется связь между симметрией динамического спектра и степенью стабильности экосистемы, характерной для её климаксного состояния, предстоит ещё выяснить [Терентьева К.О., 2016].

Динамическая структура сообществ хортобионтных беспозвоночных позволяет исследовать экосистемы с позиции жизненных форм. В настоящее время существует ряд методов выделения, описания и классификации жизненных форм, которые необходимы для составления спектра жизненных форм, а, следовательно, для изучения структуры, взаимосвязей элементов и закономерностей природных систем.

Глава 2. Объект и место проведения исследований

2.1. Объект исследований - беспозвоночные

Насекомые - процветающий класс животных. По многообразию видов, распределению, общей численности насекомые намного превосходят всех остальных животных. В настоящее время известно уже более 1,5 млн. видов.

Насекомые населяют Землю уже более 350 млн. лет. Насекомые - субстратная основа вещественно-энергетического потока в экосистеме, так как обладают гигантской численностью и биомассой. На Южном Урале в условиях лесной и лесостепной зоны травостой – наиболее богатый видами ярус. Самая многочисленная группа из них - это обитатели травостоя - хортобионты. Хортобионты – беспозвоночные, которые постоянно держатся в травостое, находят в нем пищу, места для размножения и убежища от неблагоприятных условий. Они являются наиболее разнообразной в таксономическом отношении группой организмов, определяющих вещественно-энергетический поток в большинстве наземных экосистем. Морфология беспозвоночных — необыкновенно бурно развивающаяся область биологической науки.

2.2. Приспособительные особенности беспозвоночных к обитанию в травостое

Тело насекомых построено по двубоковой симметрии из сегментов (каждый сегмент состоит из 2 полуколец - спинного, или тергита, и брюшного, или стернита, объединенных в отделы. Взрослые насекомые имеют одну пару усиков, редко усики отсутствуют; тело всегда подразделено на голову, грудь и брюшко. Грудному отделу принадлежат 3 пары ног и часто крылья (1 - 2 пары) [Горностаев Г.Н., 1970]. Основная масса сосредоточена в теле. Поэтому форма жестко скелотизированных частей тела создают своеобразный габитус, или общие черты строения, которые реализуются в широком ряду таксонов беспозвоночных животных. В жестком экзоскелете насекомого отражаются существенные связи организма со средой обитания. В рамках таксономических представлений это выражается в том, что более чем 1,5 млн видов, населяющих Землю объединяется всего в 21 отряд (чешуекрылых, и т.д.). Поэтому раскрытие основных законов построения тела насекомых открывает пути к выделению жизненных форм, использующих общие принципы движения.

Большинство хортобионтных беспозвоночных имеет зеленую и желто-зеленую окраску покровов, часто со сложным рисунком из полос и пятен, создающим дополнительный маскировочный эффект. Причем маскировка распространена не только у тех беспозвоночных, которые питаются растениями и могут быть добычей хищников (например, у большинства видов цикадок, обитающих в травянистых сообществах Ильменского заповедника), но и у самих хищников. Например, у цветочного паука-засадника из семейства бокоходов (*Misumena vatia*), охотящегося в соцветиях различных растений, окраска белая или желтоватая (в зависимости от оттенка соцветия). Его очень трудно

заметить, особенно если он неподвижен. Основной добычей этого хищника являются различные опылители. Часто этого паука приводят в литературе как пример совершенной покровительственной окраски.

В разных таксонах встречается блестящая поверхность тела (металлическая окраска), которая эффективно отражает солнечные лучи и препятствует перегреву тела. Примером могут служить жуки-бронзовки, многие листоеды (например, *Crysmela fastuosa* (листоед ясноточный), часто встречающийся на пустырнике, жук красивой зеленой металлической окраски с радужными продольными полосками) и др.

Следует отметить и наличие в травостое довольно большого количества темноокрашенных беспозвоночных (некоторые клопы, жуки, цикадки и др.). Меланины экранируют внутренние органы от ультрафиолетового излучения. Обитающие в травостое ногохвостки более темные по сравнению с их почвообитающими родственниками. Кроме того, чередование в толще травостоя освещенных и затененных участков создает широкий спектр условий для беспозвоночных с различной окраской.

Строение и форма конечностей. У многих травостойных беспозвоночных на лапках имеются особые приспособления обеспечивающие надежное сцепление с наклонными и вертикальными поверхностями (скопула у пауков-скакунчиков, прикрепительные волоски у пауков-клубионид, присоски у саранчовых и кузнечиковых, щетинки у цикадок, опушение концов лапок у многих жуков).

Физиологические адаптации. Одной из эффективных физиологических адаптаций является избыточное потребление жидкости, предотвращающее иссушение в условиях повышенной температуры и пониженной влажности внутри травостоя в дневные часы. Для фитофагов источник жидкости - зеленые части растений. Хоботные насекомые (цикадки и клопы-фитофаги) прокалывают покровные ткани и высасывают

сок из травы. В связи с этим у фитофагов шире возможности к освоению аридных сообществ, где они компенсируют большие потери влаги усилением пищевой активности.

Важное значение для обитателей травостоя имеет поза покоя. Пауки и насекомые с удлинённой формой тела, как правило, располагаются вдоль узких листьев и стеблей растений.

Ряд видов с дневной активностью принимают различные позы, способствующие охлаждению (например, для клопов показана охлаждающая поза, когда тело располагается таким образом, что лучи солнца скользят вдоль длинной оси тела, и его поверхность нагревается гораздо меньше, чем в обычных позах).

Не менее важно и поведение обогрева. Такое поведение характерно для наземных беспозвоночных всех ярусов, но в травостое большое значение имеет выбор субстрата. Для эффективного и быстрого (что немаловажно) нагрева тела до температуры, достаточной для активной жизнедеятельности, необходимо ориентирование тела относительно солнечных лучей таким образом, чтобы их отражалось от тела как можно меньше. В силу самого разнообразного расположения поверхностей (листьев, стеблей, соцветий) в травостое относительно солнца выбор правильно ориентированного субстрата – нелегкая, «творческая» задача.

Сам травостой может служить средством коммуникации насекомых. Для цикадок показано, что некоторые виды общения между особями осуществляются посредством «постукивания» по стеблям растений. Возникающие колебания передаются вдоль растения, т.е. растительные ткани служат проводником [Пекин В.П., 2008].

Таким образом, комплекс хортобионтных беспозвоночных составляют виды и группы, которые в процессе эволюционного развития выработали систему различных адаптаций к специфическим условиям обитания в травостое.

2.3. Экологические группы насекомых

Взрослые насекомые относятся к самым подвижным и активным беспозвоночным. Для обитателей каждого наземного яруса часто характерен определенный габитус (облик, форма тела). Способ передвижения насекомых зависит от формы их тела. А.В. Лагунов выделяет четыре группы жизненных форм полужесткокрылых, к ним относятся:

1. "Перешагиватели". Эта группа объединяет насекомых с вытянутым телом. Все они относятся к типичным хортобионтам с высокой степенью связи с травостоем. Основным способом передвижения в траве - перешагивание, чему способствует и достаточно большая длина тела ($>5,5$ мм).

2. "Прыгуны" характеризуются более округлым телом, длинными задними ногами и утолщенными задними бедрами. Размеры тела небольшие ($<4,0$ мм). Основным способом преодоления пространства в толще травостоя - прыжок.

3. Линейные размеры "летунов" несколько больше, чем у "прыгунов" ($>6,0$ мм), но основные морфологические индексы сходны. Основные способы передвижения - прыжки и короткие перелеты. Это подтверждают и наши наблюдения за этими видами в природе. Легко взлетают и для перемещения с растения на растение чаще пользуются крыльями, чем ногами.

4. "Ползатели" морфологически характеризуются относительно короткими ногами и невытянутым телом. Все эти виды относятся к ярусно подвижным компонентам населения травостоя и освоение ими сразу нескольких ярусов накладывает отпечаток на их морфологические характеристики [Лагунов А.В., 2003].

Ученый-зоолог Валентин Александрович Догель впервые разделил на ярусы обитателей лугов. В наземных экосистемах, по мнению ученого, каждый ярус являлся особенной средой обитания. [Догель В.А., 1924]

Догель выделял:

- обитателей самого грунта, формы, «роющиеся» в нем, – геобий;
- ползающие по самой поверхности земли – герпетобий ;
- обитатели приземных частей растительности - мхов и прикорневых частей – получили название бриобий;
- обитатели зеленых частей травы и листьев – филлобий;
- антобий – горизонт, где селились обитатели цветков;
- аэробий – обитатели воздуха

Данной классификацией до сих пор пользуются ученые экологи.

2.4. Травостой как место обитание насекомых

Для обитателей травостоя характерен определенный спектр габитусов. Габитуальное сходство может проявляться у достаточно удаленных друг от друга систематических групп животных [Пекин В.П., Чичков Б.М., 2002]. С габитусом тесно связан способ преодоления пространства в геометрически сложной и насыщенной пустотами толще травостоя. Среди беспозвоночных травостоя выделяют следующие основные способы передвижения: ходьба, ползание, прыжок и перелеты [Лагунов А.В., 2003].

Травы (herbae), растения с однолетними надземными побегами [Месяц В.К., 1998]. Травянистый ярус богат разнообразными видами насекомых. Толща травостоя обладает весьма специфическими абиотическими и биотическими условиями и создает очень широкий спектр экологических ниш. Это обуславливает значительное разнообразие

обитающих здесь беспозвоночных как в таксономическом, так и в адаптивном отношениях. В значительной степени это относится и к морфологическим адаптациям [Лагунов А.В., 2003].

Энтомологическая фауна в травостое формировалась под влиянием окружающей среды, которая очень неоднородна. Даже на сравнительно небольшой площади в травостое встречаются многочисленные варианты микроклимата, различен видовой состав древесной и травянистой растительности. Все факторы внешней среды, биотические и абиотические, оказывают большое влияние на численность популяций насекомых, поскольку они влияют на плодовитость, темпы смертности или быстроту онтогенеза насекомых [Яхонтов В.В, 1964].

2.5. Место проведения исследований

Деревня Костыли Сосновского района Челябинской области, пойма реки Миасс. Для более полного представления рассмотрим понятия «берег» и «побережье».

Понятие «побережье» появилось в связи с изучением формирования берегов морей. В 40-е гг. XX в. это понятие разрабатывалось академиком Жаком Буркаром во Франции [Буркар, 1949]. Так же над термином "побережье" работал Ф.П.Шепард (1951), называл побережьем полосу суши с неопределенными границами, примыкающую к берегу и включающую в себя морские клифы, поднятые террасы и примыкающие к морю низменности [Науменко Н.И., 2003]. В работах О.К.Леонтьева(1956) дано понятие побережья, «как зона взаимодействия суши и моря, в пределах которой распространены отчетливо выраженные следы этого взаимодействия, выработанные как при современных состояниях уровня моря, так и при уровнях более высоких или более

низких, чем современный». Выше перечисленные ученые раскрывали понятие морского побережья. Применительно к озерам понятие «побережье» разрабатывалось Г.В. Дружининым (1980). Центром побережья является зона современного берега. Берег определяется как зона современного взаимодействия суши и моря, где происходит движение материала литосферы волнением, сопровождающимся изменением этого материала. Со стороны суши берег ограничен линией, которой достигают заплески прибоя при штормах, совпадающие по времени с максимальными подъемами уровня приливных и нагонных явлений. Со стороны моря – изобатой, ниже которой волновое воздействие на грунт равно нулю.

Побережье - это площадь поверхности земли, где сохраняются геоморфологические формы, возникшие в результате работы волн. Берег-это участок поверхности земли, где под воздействием энергии волны происходят геоморфологические изменения. По ходу развития профиля различают : а). крутой берег - весь материал абразии (разрушения со стороны водной массы) уходит на дно; б). приглубый берег- часть рыхлого материала уходит на дно, а часть перемещается вдоль берега; в). отмельный берег – большая часть рыхлого материала аккумулируется у берега, а меньшая уходит на дно, весьма отмельный берег – при отсутствии вдоль берегового потока наносов аккумуляции не происходит. Берега озер, расположенных на Зауральском плато, имеют незначительную крутизну и отличаются минимальной изрезанностью. Побережье с крутым берегом на озерах Южного Зауралья встречается крайне редко. При изменении пространственного положения берега формируется побережье, которое делится на классы [Леонтьев 1961; Дружинин, 1980]:

- класс А – границы побережья совпадают с границами современного берега;

- класс Б – побережье состоит из современного берега и погруженного;

-класс В- имеется как погруженный берег, так и поднятый;

-класс Д- состоит только из поднятого берега, появляется при полном пересыхании озер.

На озерах Зауральской провинции значительно увеличиваются размеры побережий, что обусловлено расположением озер на аккумулятивно-низменной равнине, здесь отмечены побережья класса «Г». Побережье класса «Г» с приглубным берегом отмечаются там, где озера западным побережьем примыкают к геоморфологическому уступу, являющемуся границей Урала (озеро Смолино). Особенностью Зауральско-равнинной провинции является наличие побережий класса Д, свойственных периодически пересыхающих озерам. Краткий обзор побережий озер Зауралья можно сделать вывод. Что различные типы побережий озер распространены неодинаково, их соотношение различно. Формирование побережья определяется величиной первоначального берегового откоса (обрыв, примыкающий к реке). На озерах Южного Урала берега формируются в местах, где береговой откос был незначителен, в этих местах побережья имеют наибольшую ширину. Наименьшую ширину имеют побережья с глубоким берегом, наибольшую – с весьма отмелым берегом [Мусатов В.А., 1986].

Глава 3. Методика работы и материал

3.1. Методика сбора материала

В сентябре 2015 года мною был проведен сбор насекомых методом энтомологического кошения (Приложение 1). Данный метод заключается в следующем, при кошении в травостое человек делает удары сачком при каждом шаге. Взмахом является один удар сачком в одну сторону. После первого взмаха исследователь обращает сачок на 180 градусов и повторяет движение. Сачок для энтомологического кошения нами был сделан самостоятельно. Основанием сачка послужила деревянная палка из расчета на средний рост человека. Верх сачка представляет собой конус из плотной материи с привязным мешочком, укрепленный на металлическом кольце.

После кошения в полевых условиях насекомых замаривают, не вынимая из мешочка. Далее всех насекомых вынимали из мешочка на лабораторный стол для исследований. С помощью лупы и пинцета производилась выборка в пробирки по принципу таксономической принадлежности беспозвоночных и габитуальному сходству. Материал раскладывался на чистый светлый лист бумаги и очищался от мусора. Разборка материала проводилась с помощью пинцета. Далее производилась выборка в пробирки по принципу таксономической принадлежности беспозвоночных и габитуальному сходству. Насекомые распределялись по пробиркам, заполненным 70% раствором спирта. В результате выделили 32 формы, каждая из которых была сфотографирована. Для съемки каждое насекомое помещали в емкость, наполненную глицерином. При фотосъемке насекомого нужно было соблюдать перпендикулярное положение центра относительно оптической оси объектива фотоаппарата. Полученные фотографии обрабатывали в программе «Paint» для получения монохромных дорсовентральных

проекций. Затем были определены центры тяжести и геометрические центры дорсовентральных проекций в среде оригинальной программы «FormAnalyzer». С помощью программы в автоматическом режиме для каждого объекта из спектра форм найдены геометрические центры проекций, вычислены отклонения формы организмы от шарообразной формы с учетом объема тела. Программа позволяет транслировать данные в документ Microsoft Excel с записью в файл всех результатов и построением диаграмм. По итогам такой обработки данных также создана электронная база – таблицы параметров всех объектов каждой из выборок.

Затем были определены центры тяжести и геометрические центры дорсовентральных проекций в среде оригинальной программы

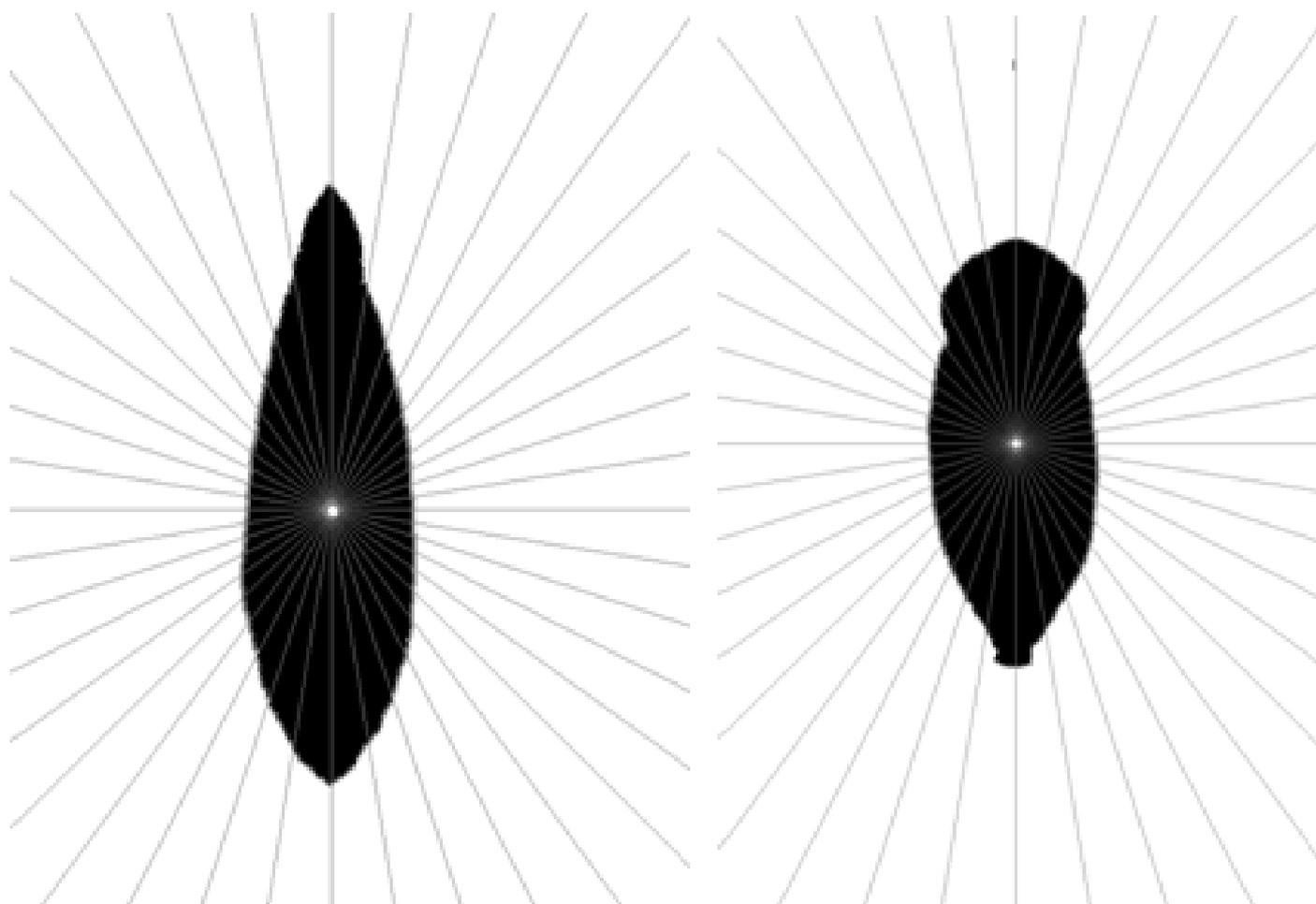


Рис.1. Определение геометрического центра проекции и совмещение с ним полярной системы координат в среде программы «FormAnaliser».

«FormAnalyzer». С помощью программы в автоматическом режиме для каждого объекта из спектра форм найдены геометрические центры проекций. Также осуществлялось определение значений лучевых координат проекции в полярной системе координат с шагом в 1° в пикселях.

Величина смещения центра тяжести определялась как разность величин равной половине длины продольной оси тела (длина продольной оси принята за единицу), и расстояния от головного конца тела до центра тяжести. Центр полярной системы координат совмещался с геометрическим центром проекции.

3.2. Полученные результаты и обсуждение

Всего выделили 32 жизненные формы беспозвоночных. Среди которых выделены четыре экологические группы беспозвоночных по способу передвижения в травостое. Полученный динамический спектр и экологические группы отражен на рисунке 2. Основной особенностью динамического спектра является то, что количество форм со смещением геометрического центра дорсовентральной проекции к заднему концу тела составляет 53% (17 из 32 форм), т.е. чуть больше половины.

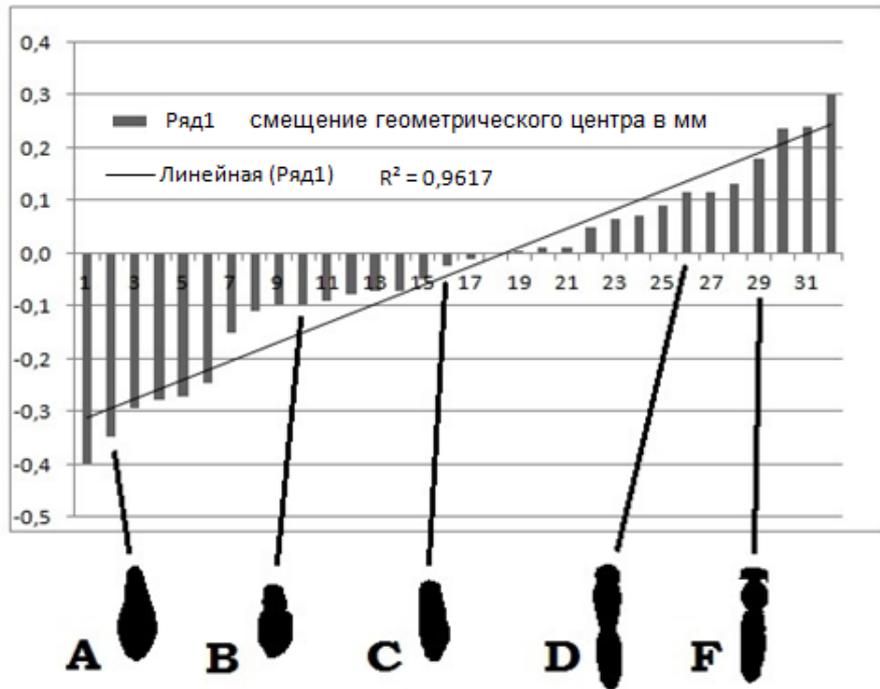


Рис. 2. Динамический спектр хортобиотных беспозвоночных разнотравного луга в пойме реки Миасс. Экологические группы D,F - «летуны» (13,21,24,29); - «прыгуны» -(17,19,20,22,23,25,26,28,30); B,C - «ползатели»(1,2,8,9,10,11,12,14,15); А -«перешагиватели» (3,4,5,6,7,16,18,27,31).

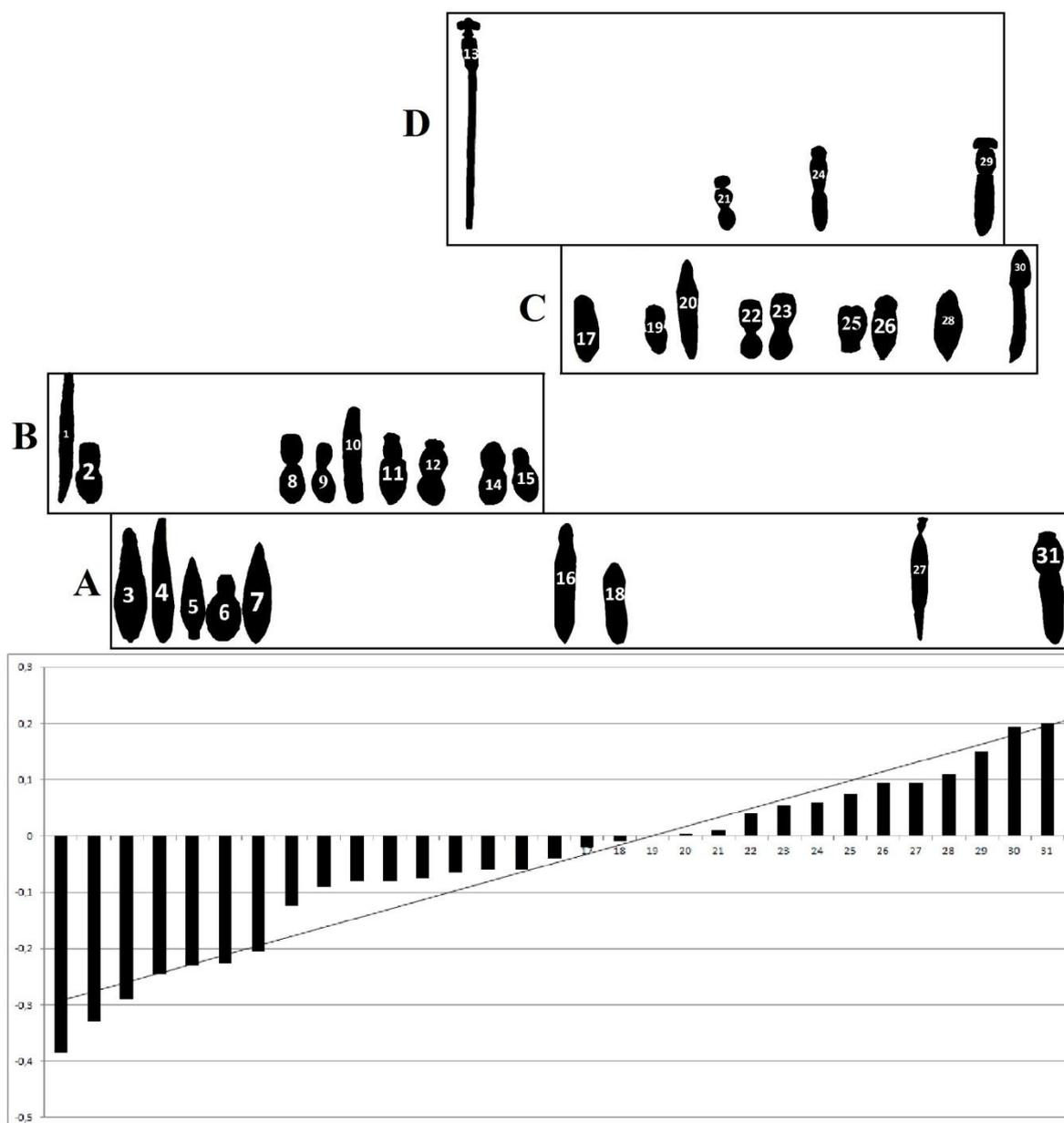


Рис. 3. Динамический спектр и группы жизненных форм хортобионтных беспозвоночных разнотравного луга поймы реки Миасс. А – «перешагиватели», В – «ползатели», С – «прыгуны», D – «летуны».

Форма полученного нами динамического спектра хортобионтных беспозвоночных разнотравного луга поймы реки Миасс отличается от динамического спектра беспозвоночных зарослей Иван-чая (рис.4). В частности, в спектре беспозвоночных сериальной экосистемы наблюдается относительно большее число форм беспозвоночных с центром тяжести,

смещённым на продольной оси тела назад от его середины (23 формы, что составляет 62 % от общего количества форм), над формами со смещённым вперёд центром тяжести (14 форм из 37).

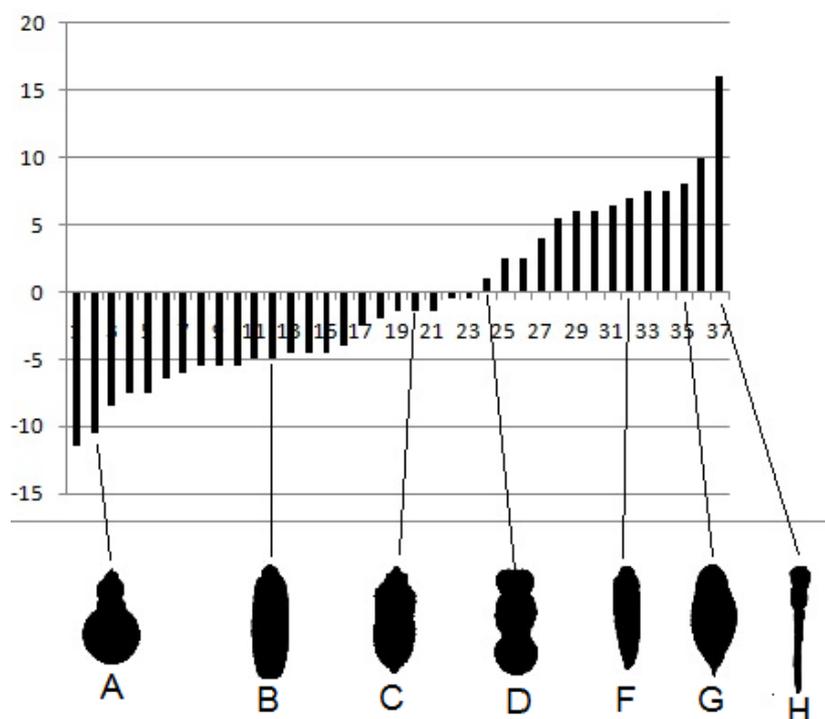


Рис. 4. Динамический спектр хортобиотных беспозвоночных обитателей зарослей Иван-чая. А, В и С– «перешагиватели»; D и H – «летуны»; G и F – «прыгуны» (по М.В. Луниной, 2015 год).

Вероятное объяснение выявленных отличий в том, что климаксовая экосистема, каковой является пойма р. Миасс, характеризуется устойчивым состоянием и максимальной энергетической проводимостью. Вероятно, с этим связано высокое видовое разнообразие и как следствие реализация всех возможных способов локомоции организмов. В сериальных экосистемах (поле, поросшее Иван-чаем) наблюдается нарушение симметрии динамического спектра хортобиотных беспозвоночных, т.к. в сериальной экосистеме происходит постоянная смена параметров во времени [Лунина М.В., 2015].

Кроме отличий сравниваемые динамические спектры обладают определенным сходством. В частности, как в первом, так и втором

спектрах в правой части сосредоточены формы, использующие для своего движения в травостое прыжок и полет. В левых частях сравниваемых спектров представлены формы, ползающие и использующие такую форму локомоции в травостое как перешагивание. Указанное сходство вероятно связано с тем, что сравниваются структуры сообществ хортобионтных беспозвоночных для которых характерен определенный набор приспособлений к передвижению в травостое.

Таким образом, в сукцессионной экосистеме, такой как заброшенное поле, поросшее Иван-чаем, наблюдается нарушение симметрии динамического спектра форм хортобионтных беспозвоночных. И наоборот, в климаксовой экосистеме поймы реки Миасс динамический спектр симметричен. Полученный факт объясняется изменением в соотношении числа форм, использующих для своего движения в толще травостоя хождение и ползание, и числа летающих и прыгающих беспозвоночных на разных стадиях сукцессии. Стоит, однако, заметить, что в настоящем анализе не использованы данные по относительной численности беспозвоночных.

Так же нами был построен динамический спектр хортобионтных беспозвоночных степной катены. (рис.5).

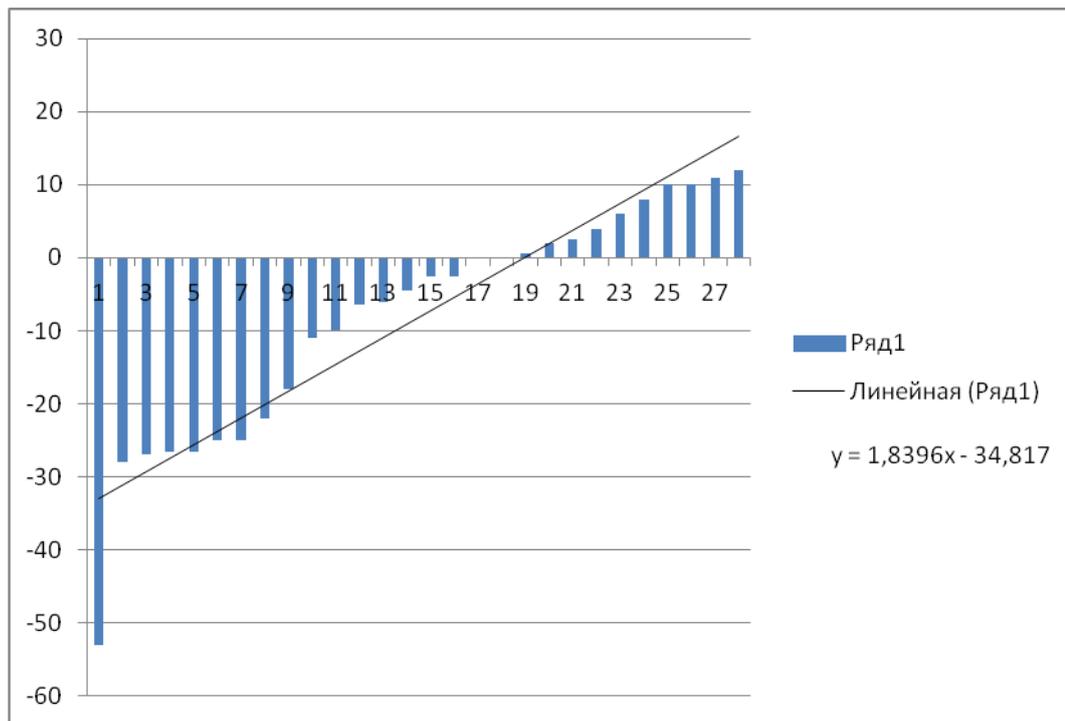


Рис. 5. Динамический спектр хортобионтных беспозвоночных степной катены (Челябинская область, с.Кизильское).

Основной особенностью полученного динамического спектра является то, что количество форм со смещением геометрического центра дорсовентральной проекции назад составляет 57 процентов.

Динамический спектр в Аккумулятивном биогеоценозе асимметричен. Полученный факт связан это с тем, что территория подвержена антропогенному воздействию, происходит систематический выпас скота на данной территории.

Для сравнения форма динамического спектра хортобионтных беспозвоночных, полученного Пекиным Валерием Петровичем представленный на рисунке 6, не схожа с формой динамического спектра, представленный на рисунке 5.

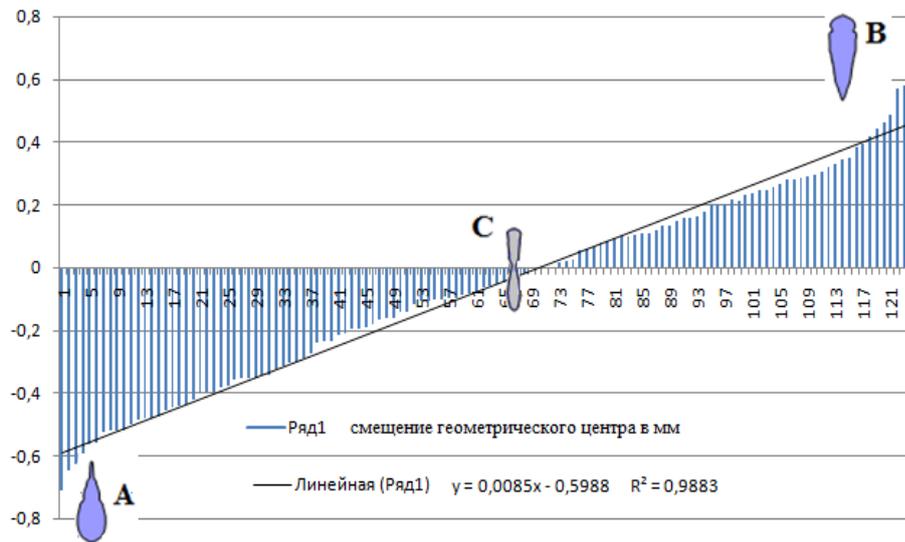


Рис.6. Динамический спектр хортобиотных беспозвоночных в березовом лесу в окрестностях оз. Малое Миассовое (Челябинская область) А – «перешагиватели»; В – «прыгуны»; С – «ползатели» (по В.П.Пекину, с изменениями).

Спектр полученный в березовом лесу симметричен, т.к. территория в меньшей степени подвержена антропогенной нагрузке.

В качестве примера антропогенно измененной территории рассмотрим агроценоз (рис. 7). В агроценозах динамический спектр асимметричен. Предполагается, что асимметрия связана с проявлением гравитационного фактора на уровне биоценоза и с уменьшением энергетической проводимости экосистем [Пекин В.П., Лунина М.В.,2015].

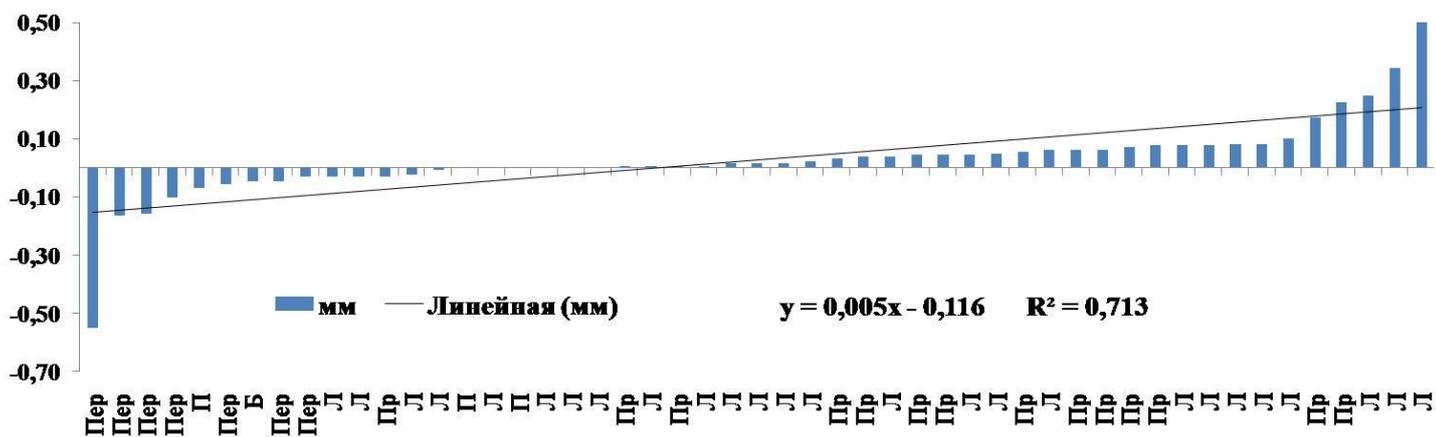


Рис. 7. Динамический спектр сообщества хортобионтных беспозвоночных ячменного поля.

Выводы

1. Положение центра тяжести на продольной оси дорсовентральной проекции сочетается со способом перемещений беспозвоночного в травостое. Для форм, использующих прыжок и полет характерно смещение центра тяжести вперед, у «ползателей» центр тяжести совпадает с геометрическим центром и расположен в центре продольной оси тела, для «перешагивателей» характерно смещение центра тяжести назад.

2. Ранжированный ряд беспозвоночных по положению центра тяжести на продольной оси представляет собой динамический спектр, так как в ряду закономерно изменяется способ движения организмов.

3. Динамический спектр хортобионтных беспозвоночных в аккумулятивном биогеоценозе, агроценозе ассиметричен; в климаксовой экосистеме симметричен.

4. Выборка беспозвоночных позволяет выявить структуру сообщества вне зависимости от таксономических списков беспозвоночных.

Список используемой литературы

1. Горностаев Г.Н. Насекомые СССР, М.: Мысль, 1970. — 372 с.
2. Дегтярёв, П.Я. Социально-экономическая география Челябинской области : в помощь изучающим географию / П. Я. Дегтярёв ; ЧелГУ, Ин-т соц.-эконом. проблем регион. развития ЧелГУ. – Челябинск : [б. и.], 2010. – 240 с.
3. Догель В.А. Количественный анализ фауны лугов в Петергофе. Исследования по количественному анализу наземной фауны // Русский зоологический журнал. - Т. 4, вып. 1-2. - 1924. - С. 117-154.
4. Лагунов А.В. Жизненные формы хортобионтных полужесткокрылых (Hemiptera, Insecta) в Ильменском заповеднике //Известия Челябинского научного центра, вып. 2 (18), 2003.
5. Лунина М.В. Динамический спектр хортобионтных беспозвоночных сукцессионной экосистемы // Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества. Мат-лы IV заоч. Всеросс. с междунаро. участ. науч.-практ. конф., посвящ. 170-летию Рус. геогр. об-ва. – Челябинск: «Край Ра», 2015. – С. 33–36.
6. Науменко Н.И. Автореферат г.Санкт-Петербург 2003. стр.35.
7. Пекин В.П. Гравитационные адаптации беспозвоночных животных // Экологическая политика устойчивого развития Челябинской области: Материалы межрегиональной научно-практической конференции. Челябинск, 2005. С. 210-212
8. Пекин В.П. Гравитационный фактор и симметрия в климаксом сообществе хортобионтных беспозвоночных. Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества. Мат-лы IV заоч. Всеросс. с междунаро. участ. науч.-практ. конф., посвящ. 170-летию Рус. геогр. об-ва. – Челябинск: «Край Ра», 2015. – С. 36–43.

9. Пекин В.П. Жизненные формы и динамический спектр хортобионтных полужесткокрылых (Hemiptera, Insecta) в Ильменском заповеднике. Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества. Мат-лы IV заоч. Всеросс. с междунаро. участ. науч.-практ. конф., посвящ. 170-летию Рус. геогр. об-ва. – Челябинск: «Край Ра», 2015. – С. 43–46.

10. Пекин В.П., Чичков Б.М. Динамические типы форм наземных беспозвоночных. Известия Челябинского научного центра УрО РАН. – 2006. – № 2. – С. 72–77

11. Пекин В. П., Чичков Б.М. Центр тяжести и динамические типы форм наземных беспозвоночных. Экология. – 2008. – №1. – С. 50–57

12. Пекин В.П., Чичков Б.М. Габитуальное разнообразие кокциnellид Урала и юга Западной Сибири // Экология, 2002 №6. С. 466-471.

13. Сельское хозяйство. Большой энциклопедический словарь / Редколлегия: В. К. Месяц (главный редактор) и др. — М.: НИ «Большая Российская энциклопедия», 1998. - 656 с.

14. Леонтьев О.К. Основы геоморфологии морских берегов, М., 1961.

15. Лагунов А.В. Жизненные формы хортобионтных полужесткокрылых (Hemiptera, Insecta) в Ильменском заповеднике //Известия Челябинского научного центра, вып. 2 (18), 2003.

16. Лунина М.В. Динамический спектр хортобионтных беспозвоночных сукцессионной экосистемы // Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества. Мат-лы IV заоч. Всеросс. с междунаро. участ. науч.-практ. конф., посвящ. 170-летию Рус. геогр. об-ва. – Челябинск: «Край Ра», 2015. – С. 33–36.

17. Лященко О.А, Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие/СПбГТУРП. –СПб.,2012.- 67 с.

18. Мусатов В.А. Особенности ландшафтной структуры озерных территории Южного Зауралья: дис. ... канд. геогр. наук. Моск. гос. университет, М., 1986. - 244 с.

19. Пекин В.П. Жизненные формы и динамический спектр хортобионтных полужесткокрылых (Hemiptera, Insecta) в Ильменском заповеднике. Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества. Мат-лы IV заоч. Всеросс. с междунаро. участ. науч.-практ. конф., посвящ. 170-летию Рус. геогр. об-ва. – Челябинск: «Край Ра», 2015. – С. 43–46.

20. Пекин В. П., Чичков Б.М. Общие принципы организации форм насекомых // XII Съезд Русского энтомологического общества. Санкт-Петербург, 19-24 августа 2002 г. С.-Петербург, 2002. С. 277.

21. Пекин В.П. Надвидовая структура сообществ герпето- и хортобионтных насекомых, как показатель состояния озеленительных комплексов г. Челябинска // Тезисы докладов и сообщений научно-практической конференции «Стратегия развития миллионного города» - Челябинск: ООО ЦОТ «Площадь Эволюции», 2000. – С.255

22. Пекин В.П. Экологическая валентность и жизненные формы жуков- кокциnellид // Автореферат диссертации ... канд. биол. наук. - Новосибирск, 1992, 23 стр.

23. Пекин В.П. Гравитационный фактор и симметрия в климаксом сообществе хортобионтных беспозвоночных. Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества. Мат-лы IV заоч. Всеросс. с междунаро. участ. науч.-практ. конф., посвящ. 170-летию Рус. геогр. об-ва. – Челябинск: «Край Ра», 2015. – С. 36–43.

24. Пекин В.П. Новый подход к описанию форм организмов // Известия Челябинского научного центра, Вып.2 (19), 2003 с.111-116

25. Пекин В. П., Чичков Б.М. Центр тяжести и динамические типы форм наземных беспозвоночных. Экология. – 2008. – №1. – С. 50–57.

26. Пекин В.П., Чичков Б.М. Габитуальное разнообразие кокциnellид Урала и юга Западной Сибири // Экология, 2002 №6. С. 466-471.

27. Терентьева К.О. Динамический спектр хортобионтных беспозвоночных на разнотравном лугу поймы реки Миасс // Экология в средней и высшей школе: синтез науки и образования [Текст]: материалы III Всеросс. науч.-практ. конф. под научной ред. доктора биологических наук Н.Н. Назаренко. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед ун-та, 2016. – 185 с.

28. Терентьева К.О. Динамический спектр жизненных форм хортобионтных беспозвоночных // Материалы III Всероссийской студенческой научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки в студенческих исследованиях (Биология, экология и химия) 2016г, Саранск.

29. Терентьева К.О. Динамический спектр хортобионтных беспозвоночных в пойме реки Миасс // материалы Международной экологической студенческой конференции «Экология России и сопредельных территорий», Новосибирск, 2016.

30. Терентьева К.О. Сравнение динамических спектров беспозвоночных сукцессионной и климаксной экосистем // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы географии Урала и сопредельных территорий», Челябинск 2016г.

31. Номоконов Л. И. Экология, биогеоценология и место их в системе наук // Журн. общ. биол. 1981. Т. 42. № 6. С. 805-813.

32. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 327 с.

33. Урманцев Ю. А. Что должно быть, что может быть, чего быть не может для систем // Развитие концепции структурных уровней в биологии. М.: Наука, 1972. С. 294-304.
34. Фирулина И.И., Лазарева Н.В. Качество жизни и здоровье населения как один из показателей устойчивости социо-экономических систем. "Край Ра"Челябинск,2016
35. Шарова И.Х. 1976. Жизненные формы личинок жужелиц и их эволюционные взаимоотношения // Эволюционная морфология личинок насекомых. С. 56-80.
36. Шарова И.Х. Жизненные формы жужелиц (Coleoptera, Carabidae). -М.:Наука,1981-360с.
37. Яхонтов В.В. Экология насекомых, М.: Высшая школа, 1964. - 460 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. РАЗНОТРАВНЫЙ ЛУГ В ПОЙМЕ РЕКИ
МИАСС, ДЕРЕВНЯ КОСТЫЛИ СОСОНОВСКОГО РАЙОНА
ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ (рис.1,2).





Рис. 3. Село Кизильское.