

На правах рукописи

БРАТИНА Татьяна Михайловна

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ЖИВОТНОГО НАСЕЛЕНИЯ
ПОЧВ ПРИ ОПУСТЫНИВАНИИ**
(на примере сухостепной зоны Центральной Азии)

Специальность 03 00 16 - Экология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Москва - 2004

Работа выполнена в лаборатории почвенной зоологии и экспериментальной энтомологии Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН и Наурзумском государственном природном заповеднике

Научный консультант:

доктор биологических наук, профессор

Б.Р. Стриганова

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор

И.Х. Шарова

доктор биологических наук, профессор

Г.С. Медведев

доктор биологических наук, профессор

Г.М. Длусский

Ведущая организация: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Защита состоится "16" ноября 2004 года в 14-00 часов на заседании диссертационного совета Д 002.213.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора биологических наук при Институте проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН по адресу: 119071 Россия, г. Москва, Ленинский проспект, д. 33

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Отделения биологических наук РАН

Автореферат разослан " ____ " _____ 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Л.Т. Капралова

2005-4
14549

877061

Актуальность темы. Опустынивание определяется одновременно как экологический процесс и как состояние окружающей среды и используется для обозначения деградации земель в аридных, семиаридных и субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая изменение климата и деятельность человека (Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием, 1994). В настоящее время сухие и засушливые климатические зоны, где в наибольшей степени вероятно проявление опустынивания, занимают около 48 % суши Земли. Ежегодно до 20 млн. га земель подвергаются деградации (Langdale, West, and Bruce, 1992; Peterson, Westfall and Cole, 1993 и др.), но в целом причины и последствия изменения экосистем при опустынивании изучены недостаточно (Томас, 1999).

Опустынивание оказывает воздействие на все компоненты и экологические процессы в экосистемах. В настоящее время сравнительно хорошо изучены изменения косных и биокосного элементов экосистем под влиянием опустынивания (Герцык, 1955; Гунин, 1990, 1996; Абатуров, 1991; Babaev, Kharin and Orlovsky, 1993; Николаев, 1999; Зонн, Куст, 2000; Каштанов, 2000; Фаизов, Тапалова, 2003 и др.) и трансформации растительных сообществ (Решиков, 1964; Курочкина, 1966; Курочкина, Макулбекова и др., 1999; Горшкова, Гринева и др., 1977; Горчаковский, 1979; Горчаковский, Рябинина, 1981; Миркин, 1984; Бижанова, Курочкина, 1989; Бижанова, 1998; Марыныч, 1999 и др.). Вопросам воздействия опустынивания на животное население посвящено значительно меньшее число работ (Алимбаев, 1968; Борисенко, 1969; Залетаев, 1976; Формозов, 1981; Шилова, 1995; Grinnell, 1923 и др.), в том числе на сообщества почвенных беспозвоночных (Гиляров, 1951, 1955; Арнольди, 1952; Медведев, 1954; Бей-Биенко, 1961; Миноранский, 1971; Стриганова и др., 1995; Gerard, 1967; Evans, 1948; Wallwork, 1970; 1976; Hole, 1981 и др.).

Настоящая работа посвящена изучению закономерностей изменений структурно-функциональной организации сообществ почвенных беспозвоночных при опустынивании на примере пустынно-степного экотона Центральной Азии.

Почвенное население представляет собой удобную модель, отражающую изменения экологических условий, и выступает как интегральный индикатор динамики наземных экосистем. Структура животного населения почвы, с одной стороны, отражает особенности почвообразовательного процесса, с другой, в значительной степени определяет уровень первичной продуктивности (Стриганова, 1987, 1999). Изучение механизмов и последствий перестройки биотических компонентов экосистемы под воздействием опустынивания представляет актуальную научную проблему, имеющую фундаментальное научное и практическое значение.

Цель и задачи исследований. Цель работы - выявить основные закономерности изменений структурно-функциональной организации сообществ почвенных беспозвоночных примере

при опустынивании на
bнbнbнbнbнbнbн
С.Петербург 469
09 300-арт

почвенной мезофауны.

Основные задачи работы:

1) дать оценку фаунистического разнообразия комплексов почвенных беспозвоночных пустынно-степного экотона континентальной Азии на примере ландшафтов Северного Тургая;

2) провести анализ структурно-функциональной организации животного населения почв зональных, интразональных и экстразональных экосистем в условиях субаридного климата южной границы степной зоны;

3) выявить особенности изменений структуры сообществ педобионтов по градиенту нарастания засушливости природных местообитаний;

4) определить основные направления изменений структуры животного населения почв в пустынно-степном экотоне при разных типах антропогенной нагрузки;

5) выявить особенности структурной организации животного населения почв, которые могут быть использованы для ранней индикации процессов опустынивания.

Научная новизна работы. При постановке исследований был использован новый методологический подход к оценке влияния опустынивания на гетеротрофный компонент экосистем с учетом системообразующих иерархических связей, отражающих закономерности изменения животного населения почв.

Работа является первым комплексным эколого-фаунистическим исследованием сообществ почвенных беспозвоночных, в котором изучаются закономерности изменений населения почвенных мезопедобионтов при опустынивании.

При проведении работ учтен катенный принцип рассмотрения экосистем от речных водоразделов до литоральной зоны.

Впервые проведено детальное почвенно-зоологическое обследование основных природных экосистем Северного Тургая и дан эколого-фаунистический анализ сообществ мезопедобионтов природных местообитаний. Фаунистические исследования выявили около 1000 видов почвенных беспозвоночных, из которых более 60 видов указаны для региона впервые, более половины видов впервые приводятся для Наурзумского государственного природного заповедника; обнаружены 2 вида, новых для науки.

Проведен сравнительный анализ численности и биомассы животного населения почв в различных биотопах за весь сезонный цикл с учетом межгодовой динамики.

Установлены основные признаки деградации животного населения почв под воздействием хозяйственного освоения территории как фактора опустынивания. Показано, что процессы деградации на разных уровнях экосистемы идут не синхронно и с разной глубиной. Рассмотрены вопросы индикации опустынивания и пути сохранения сообществ, способных поддержать экологические функции почвенного покрова субаридных

экосистем.

Положения, выносимые на защиту:

1. Для пустынно-степного экотона континентальной Азии характерна контрастность фауно-генетических и экологических характеристик животного населения почв, определяющих высокий уровень разнообразия почвенных сообществ.

2. Усиление пространственной дифференциации сообществ почвенных беспозвоночных происходит по градиенту повышения аридности природных местообитаний.

3. Основное следствие опустынивания - упрощение экологической структуры животного населения мезофитных местообитаний на фоне снижения фаунистического разнообразия.

4. Возможность использования изменений структурной организации животного населения почв для биоиндикации опустынивания.

Практическое значение. Составлены практические рекомендации по борьбе с корнегрызущими насекомыми-вредителями лесных культур на песчаных почвах подзоны сухой степи, которые были приняты Министерством лесного хозяйства Казахстана и внедрены в Республике. Материалы работ использовались для республиканских отчетов по биологическому разнообразию, при лесоустройстве Костанайской области (1999), лесоустройстве Наурзумского государственного природного заповедника (1985 и 1998 гг.) и составлении научных, мониторинговых, природоохранных и просветительских программ заповедника (1977 - 2000 гг.). Результаты исследований включены в лекционные курсы и пособия ВУЗов (учебное пособие «География Костанайской области», 1993; лекционные курсы «Экология и природопользование», «Основы рационального природопользования», «Физико-географическое районирование и зоогеография», «Управление природопользованием», "Зоология беспозвоночных" и др.). Научные данные использованы при подготовке документов по проблемам опустынивания в Азиатском регионе в рамках сессий и конференций Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (VIII, IX сессии Конвенции, 1-2 конференции сторон Конвенции, региональные конференции 1996 - 2003 гг.), подготовке материалов к номинации природных объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО, составлении научных обоснований обустройства и расширения границ Наурзумского заповедника, современной оценке состояния природных и нарушенных экосистем, мониторинга и изучения биоразнообразия при разработке и осуществлении природоохранных государственных программ. Сведения по структурно-функциональной организации почвенных сообществ региона и их изменений под воздействием факторов опустынивания могут служить основой работ по мониторингу, прогнозу развития и охране субаридных природных экосистем.

Апробация работы. Результаты проведенных исследований докладывались более чем на 40 международных, региональных и

республиканских совещаниях и конференциях, в том числе по почвенной зоологии (IX Международный коллоквиум по почвенной зоологии, Москва, 1985; IX и X Всесоюзное совещание по почвенной зоологии, Тбилиси, 1987, Новосибирск, 1991; I (XI), II (XII) и III (XIII) Всероссийских совещаниях по почвенной зоологии, 1996, 1999, 2003; III съезде Докучаевского общества почвоведов, Суздаль, 2000; энтомологических съездах и конференциях (1 и 2 совещания "Фауна и экология насекомых Урала", Миасс, 1983; Свердловск, 1986; VI и УП совещания энтомологов Сибири, Новосибирск, 1985, 1987; X съезд Всесоюзного энтомологического общества, Ленинград, 1989; IV совещание энтомологов Урала, Екатеринбург, 1992; XII съезд РЭО, 2002), борьбе с опустыниванием и экологии (6 Ростовская областная научно-практическая школа-семинар "Механизмы адаптации животных и растений к экстремальным факторам среды", Ростов-на-Дону, 1990; Афро-Азиатские конференции по борьбе с опустыниванием, Исламабад, 1996, Дели, 1996, Хайдарабад, 1996; Международные конференции по борьбе с опустыниванием, Ташкент, 1997, Бишкек, 1998; IX-X сессии Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием, Нью-Йорк, 1996, Женева, 1997; 1-2 Конференциях Сторон Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием, Рим, 1998, Дакар, 1999; Национальный семинар по осуществлению Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием в Казахстане, Алматы, 1999; международных и региональных конференциях по сохранению биоразнообразия и охране природы и других.

Личное участие автора. В работе приведены оригинальные сведения, полученные автором в течение более 20-летних почвенно-зоологических исследований в сухостепном Казахстане. Исследования проводились в рамках индивидуальных и комплексных научно-исследовательских работ, научных программ и проектов (№№ госрегистрации 79060516, 01815011748, 01820076641, 01860065568, 01860065571, 0194РК01017, 0194РК01018, гР.N0100РК00295 и других), при этом почвенно-зоологические работы выполнялись непосредственно автором. В сравнительно-аналитических целях были проведены экспедиции от лесостепи до юга опустыненных степей и границы пустынь в пределах равнинного Казахстана, охватившие район свыше 100 тыс. кв. км.

Публикации. По теме диссертации опубликовано более 80 научных работ, в соавторстве опубликовано 2 научных тематических сборника, издано 2 научно-методических пособия.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 8 глав, выводов, списка литературных источников, включающего 418 наименований. Общий объем основного текста работы 324 машинописных страницы, содержит 36 таблиц и 28 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 Природные условия района исследований

Район проведения работ (Северо-Тургайская физико-географическая провинция) отличается наибольшей засушливостью и континентальностью среди других районов степной зоны Евразии (Николаев, 1999). Северо-Тургайская провинция расположена в северной половине Тургайской столовой страны, на западе она примыкает к холмистому плато Зауралья, на востоке - к Казахскому мелкосопочнику. В Тургайской стране представлен оригинальный спектр природной зональности, включающий степную, полупустынную и пустынную области, которые значительно смещены к северу по сравнению с их положением в Центральном Казахстане. С севера на юг Тургайская столовая страна прорезана сквозной эрозионно-тектонической меридиональной депрессией - Тургайской ложбиной, усложняющей структуру природных ландшафтов региона и являющейся проводником южных элементов на север. К Тургайской ложбине приурочены уникальные экосистемы островных сосновых боров, расположенные далеко к югу от основного ареала и окруженные ландшафтами сухих степей. На склонах ложбины развиты опустыненные биотопы, а на днище - котловины озер различной степени минерализации, солонцы и солончаки. Разнообразие экологических условий явилось причиной формирования высокого биотопического и биологического разнообразия территории, включающего зональные, интразональные и экстразональные природные элементы, как и антропогенно нарушенные ландшафты, что дает возможность детально и всесторонне изучить воздействие опустынивания на животные сообщества на примере выбранной модельной территории в условиях засушливого климата.

Равнинный столово-ступенчатый рельеф провинции состоит из нескольких геоморфологических уровней различного возраста, сформированных в результате прерывистого неоген-четвертичного поднятия и расчленения палеогеновой пластовой равнины. В связи с широкой обнаженностью как четвертичных, так и дочетвертичных отложений различного литохимического и гранулометрического состава тургайские степи отличаются большой гаммой эдафических вариантов. Более 27% площади провинции составляют псаммофитные степи, более 18% - галофитные литогенные (Николаев, 1999), широкое распространение которых является одной из природных предпосылок опустынивания.

Северо-Тургайская провинция представляет собой репрезентативную модельную территорию для изучения процессов опустынивания засушливых земель. В главе дано описание географического положения района работ, орографии, геологии и гидрографии, климатических условий, ландшафтов, почвенного покрова, растительности и животного мира. Обсуждаются

особенности природных ландшафтов Северного Тургая как примера пустынно-степного экотона континентальной Азии.

В работе рассматриваются изменения среды обитания при опустынивании и деградационные процессы, связанные с отдаленными последствиями широкомасштабного освоения целины и возможным влиянием усыхания бассейна Аральского моря.

2 Материалы и методы исследований

В основу работы положены результаты многолетних (1977 - 2002 гг.) исследований фауны и животного населения почв (мезофауна) на крайнем юге распространения сухих степей, а также в условиях антропогенной деградации земель.

Материалы собраны и обработаны с использованием стандартных методов проведения почвенно-зоологических работ (Гиляров /ред./, 1975; Гиляров, Стриганова, /ред./, 1987), дополненных современными методами анализа животного населения. Исследованиями были охвачены все основные экосистемы природного экотона: степные, лесные, луговые, пустынно-степные и пустынные, а также антропогенно нарушенные биогеоценозы. Работы проводились в течение вегетационного периода на стационарных участках, заложенных с учетом эколого-физиономических и эколого-топологических особенностей и ландшафтно-экологическим обоснованием выбора модельных полигонов (Гунин, 1991). Обработано более 3960 стандартных почвенно-зоологических проб и свыше 80 тыс. ловушко-суток для изучения наземно обитающих беспозвоночных (герпетобия). Собрано около 60 тыс. почвенных и 78 тыс. наземно обитающих беспозвоночных. Для определения реакций почвенных сообществ на опустынивание и изучение потенциальных последствий этих ответов для функционирования экосистем были использованы естественно встречающиеся градиенты почвенных характеристик (различная влажность и температурные режимы почвы, засоленность и другие показатели) в разных масштабах. В региональном масштабе были проанализированы данные для регионов с различными климатическими условиями. В локальном масштабе сбор и анализ данных проводился на экологических профилях, ранжированных по нарастанию аридности и (или) засоленности местообитаний в пределах различных ландшафтов. На обоих масштабных шкалах изучались изменения видового состава, структуры почвенных сообществ, проведены геоботанические описания стационаров и заложены почвенные разрезы; в ряде случаев изучались популяционные характеристики отдельных видов, первичная продукция, для ключевых участков проведено описание химического состава и содержания гумуса почвенных образцов и другие характеристики. Для изучения гидротермического режима почв обработано свыше 8 тыс. почвенных образцов и проведено послойное измерение

температуры почвы - 2,7 тыс. измерений. В сравнительно-аналитических целях были проведены экспедиции от лесостепи до юга опустыненных степей и границы пустынь в пределах равнинного Казахстана, охватившие район свыше 100 тыс. кв. км. Материалы обработаны методами вариационной статистики и компьютерных программ.

В описании почвенных и геоботанических характеристик среды большую помощь оказали Ю.Г. Евстифеев, Е.И. Рачковская, А.Н. Маланин, Н.Г. Сметана, в определении материалов - О.Л. Крыжановский, И.Х. Шарова, Б.М. Катаев, И. Кабаков, К. Макаров (*Carabidae*), Г.С. Медведев, С.И. Келейникова (*Tenebrionidae*), Е.Л. Гурьева, В.Г. Долин (*Elateridae*), М.Е. Тер-Миносян, Б.А. Коротяев (*Curculionidae*), Г.В. Николаев, В.Н. Янушев, Л.М. Никритин, О.Н. Кабаков (*Scarabaeidae*), Т.С. Всеволодова-Перель (*Lumbricidae*), Л.П. Титова и Н.Т. Залеская (*Myriapoda*), Ч. Тарабаев и А.А. Зюзин (*Aranei*) и другие специалисты, которым приношу глубокую благодарность. Глубоко благодарю научного консультанта д.б.н., профессора Стриганову Б.Р. за постоянное внимание, ценные советы и всестороннюю поддержку и коллег, оказавших содействие при подготовке данной работы, сотрудников Наурзумского заповедника за помощь в проведении полевых исследований.

3 Почвенная мезофауна пустынно-степного экотона в ландшафтах Северного Тургая

Инвентаризационные работы по фауне беспозвоночных в районе исследований были начаты в 30-е годы XX столетия на территории Наурзумского заповедника, среди которых наиболее значительна работа А.Ф. Каменского (1949), где приведены список видов (371 наименование беспозвоночных, преимущественно обитателей травостоя), эколого-фаунистические обзоры отдельных семейств и некоторые зоогеографические обобщения. В другой работе А.Ф. Каменского (1940) имеются данные о хлебных клещах целинных степей Казахстана, в публикации В.В. Деревицкой (1949) - по фауне саранчовых. Сведения о насекомых региона имеются и в ряде других публикаций (Крупеников, 1951 а,б,в; Олсуфьев, Формозов, 1953).

В 50-е годы исследования были вызваны необходимостью изучения хозяйственно значимых видов в связи с освоением целины (сельскохозяйственная, лесная, ветеринарная и медицинская энтомология). В первой половине 70-х годов на территории Наурзумского заповедника работала экспедиция Московского государственного педагогического института им. В.И. Ленина. Были проведены исследования по прямокрылым (Гусева, 1974, 1976, 1979 а,б; Гусева, Крицкая, Литвинова, 1974; Гусева, Литвинова, 1975; Литвинова, Гусева, 1976; Гусева, Литвинова, Крицкая, 1979) и коллемболам почв (Терешкова, 1974, 1975, 1976 а,б). Некоторые

данные по фауне изучаемого региона приводятся в монографиях Г.В. Николаева (1987), по лесной энтомологии - в работах В.Е. Федоряка (1963, 1969, 1970а,б, 1994). В последние десятилетия вопросами сельскохозяйственной энтомологии и некоторыми фаунистическими исследованиями в регионе занимался А.И. Проценко (1991, 1993, 1994 а,б).

Со второй половины 70-х годов автором впервые было начато комплексное изучение фауны и населения почвообитающих беспозвоночных (мезофауна) сухостепного Казахстана.

В районе работ к настоящему времени выявлено около 1000 видов почвообитающих беспозвоночных, относящихся к 3 типам, 6 классам, 16 отрядам, 94 семействам. Подавляющее большинство зарегистрированных видов относится к классу насекомых, что характерно для аридных территорий. В почвенной мезофауне района исследований наиболее широко представлены жужелицы (около 200 видов), пластинчатоусые (88 видов), долгоносики (свыше 100 видов), стафилины (около 70 видов), паукообразные (около 100 видов), карапузики (23 вида), чернотелки (15 видов), шелкуны (13 видов), муравьи (39 видов) и другие. Только в степных биотопах отмечено более 400 видов почвообитающих беспозвоночных. В работе приводится детальная характеристика и анализ основных фаунистических групп.

В степных биотопах наибольшее число видов было зарегистрировано в разнотравно-ковыльной степи на супесчаных почвах (рис. 1), наименьшее - в луговых степях (собранных в одинаковом количестве проб). Высокий индекс видового богатства (индекс Менхиника) определен для сообщества разнотравно-ковыльной степи. В плакорной ковылковой и типчаково-ковыльной степи на связнопесчаной почве число видов снижалось в меньшей степени, чем видовое богатство, а в типчаково-ковыльных степях на рыхлых песках (заключительный элемент по нарастанию засушливости условий среди степных экосистем региона) видовое богатство сообщества вновь возрастало. В последнем биотопе, наряду со степными, обитают пустынные и пустынно-степные виды, что увеличивает видовое богатство; в луговых степях индекс видового богатства населения был минимальным среди обследованных степных биотопов, что указывает на преадаптацию степной региональной фауны к субаридным условиям.

В лесных экосистемах наиболее разнообразным было население многоярусных влажных березовых лесов с развитым травянистым покровом. В таких сообществах увеличивается таксономическая представленность не только насекомых, но и других групп членистоногих (мокрицы, многоножки). Встречаются дождевые черви (преимущественно *Dendrobaena octaedra*) и энхитреиды (*Enchaetraeidae*), наземные моллюски. Коэффициент видового богатства сообществ на стационарном участке в смородиново-папоротниково-крапивном березняке был выше, чем в луговых степях, но ниже, чем в разнотравно-ковыльных и типчаково-ковыльных степях. Наличие лиственных пород не всегда увеличивает видовое богатство. Так,

наименьшее видовое богатство было зарегистрировано для сообщества, обитающего в мертвопокровном осиннике. В сосновых лесах видовое богатство повышалось с возрастанием разреженности древостоев.



Рис.1. Видовое богатство сообществ почвенных беспозвоночных степей Северного Тургая (по индексу Менхиника). 1 - 6 - степные биотопы: 1 - разнотравно-ковылковая степь; 2 - ковылковая степь; 3 - типчаково-ковылковая степь на связных песках; 4 - типчаково-ковылковая степь на рыхлых песках; 5 - 6 - луговые степи

Пустынные сообщества характеризовались сравнительно невысоким видовым богатством, но, как правило, его показатели были выше, чем в лесных сообществах.

В целом, наименьшим видовым богатством обладали сообщества лесных экосистем пустынно-степного экотона, тогда как степные и пустынно-степные экосистемы имели наиболее высокие показатели видового богатства.

Степень равномерности распределения видов по обилию была проанализирована с помощью индекса доминирования Бергера-Паркера (Berger, Parker, 1970; Мэгарран, 1992). Было показано, что в степных биотопах отношение суммарного числа особей самого обильного вида к суммарному числу особей в выборке оказалось минимальным в плакорной ковылковой степи, что указывает на полидоминантный характер



Рис. 2. Оценка видового разнообразия по индексу доминирования Бергера-Паркера (Id). Северный Тургай. Биотопы: степные - 1 - 6; луговые - 8; лесные - 7, 9, 12, 14-16; пустынные - 10-11, 13.

климаксового степного сообщества. В наиболее богатом видами сообществе разнотравно-ковыльной степи на темно-каштановых супесчаных почвах индекс доминирования был выше. Из степных биотопов максимальный индекс доминирования наблюдался в луговых степях, среди лесных биотопов - в мертвопокровном осиннике и влажном березняке, пустынных - в солероснике. В целом индекс доминирования варьировал от 0,076 до 0,916. Зональные степные сообщества отличались большей степенью полидоминантности, чем экстразональные и интразональные, что указывает на упрощенную видовую структуру последних.

Обследованная территория зоогеографически близка к степям Центрального Казахстана и европейским степям, которые вместе составляют единое биогеографическое подразделение, включающее и степи Монголии (Арнольди, 1969). Зоогеографический анализ на примере карабиодофауны показал, что около половины фауны составляют широко распространенные виды - 44,1%, из них палеарктические и голарктические элементы - 38,7% , в том числе транспалеарктические полизональные - 22,5%. Европейско-азиатский степной комплекс включает 25,2% видов. На долю остальных зоогеографических элементов приходится около 30%, из них восточно-средиземноморские виды составляют 7,2 %, европейско-сибирские - 8,1%,

средиземноморские - 6,3%. К эндемикам Казахстана относится *Blethiza eschscholtzi*, эндемикам Средней Азии *Pogonus virens*, *Harpalodema pellucida*, характерным видам Средней Азии, Ирана и Закавказья - *Tachys turcestanicus*, понтическим - *Amara abdominalis*, казахстанско-среднеазиатским - *Agatus cingulatus*.

Зоогеографический состав населения в отдельных биогеоценотических комплексах региона отличался. В составе населения плакорных ковыльковых степей заметно влияние фауны европейского степного комплекса и гораздо меньше присутствие восточных и туранских элементов, отмечены бореальные виды (до 2%). В разнотравно-ковыльных и типчаково-ковыльных степях на песчаных почвах было отмечено больше широко распространенных форм по сравнению с другими экосистемами. В то же время в составе фауны присутствуют представители ангарской, или монгольской группы (до 18%) и южные туранские элементы (до 7 - 9%), при этом бореальные элементы практически отсутствуют.

В полупустынных и пустынных экстразональных сообществах (кокпечники, бюргунники, чернополынники) развиваются сообщества с большой долей участия характерных южных элементов. В интразональных биогеоценозах (солончаки) население формируется преимущественно из широко распространенных форм и средиземноморских элементов (свыше 14%); европейско-степных элементов в несколько раз больше, чем восточных; сравнительно много южных туранских элементов (6%).

В почвенной фауне лесные элементы сохранились в сырых и влажных осиново-березовых лесах и более влажном Терсекском бору, где зарегистрированы южные точки ареалов некоторых бореальных видов. Этому способствует сравнительно благоприятный гидротермический режим (дополнительное увлажнение березово-осиновых лесов, расположенных в понижениях, и/или фильтрация грунтовых или родниковых вод со склонов Тургайской ложбины). В сухих и свежих сосняках Наурзумского бора основу мезофауны составляли степные виды, характерные окружающим бор сухим типчаково-ковыльным степям, представленные обедненными сообществами. На остепненных полянах между куртинами сосны в Наурзумском бору формируются сообщества с большей долей участия полупустынных и пустынных видов, чем в степях, окружающих бор. Это связано, по всей вероятности, с еще большим иссушением почв за счет использования почвенной влаги соседствующими древостоями и дефляционными процессами в этих местообитаниях.

Сравнение биотопов по фаунистическому составу выявило низкий коэффициент их сходства (коэффициент Чекановского-Сьеренсена): от 0,05 до 0,72 (рис. 3). В целом на территории региона можно выделить четыре группы экосистем с характерными комплексами беспозвоночных, объединенных по наибольшему коэффициенту фаунистического сходства:

1) сообщества беспозвоночных в биотопах, развивающихся на тяжелых суглинках и глинах (плакорные ковыльковые степи, кокпечники и

чернопыльники, щепнистая степь); наибольшее сходство (0,72) наблюдалось между фаунами плакорной ковылковой степи на тяжелых карбонатных суглинках и опустыненных участках склоновых вариантов Тургайской ложбины (кокпечники, чернопыльники), что указывает на значительное сходство их экологических условий и большую участия пустынно-степных и пустынных элементов в формировании фаун;

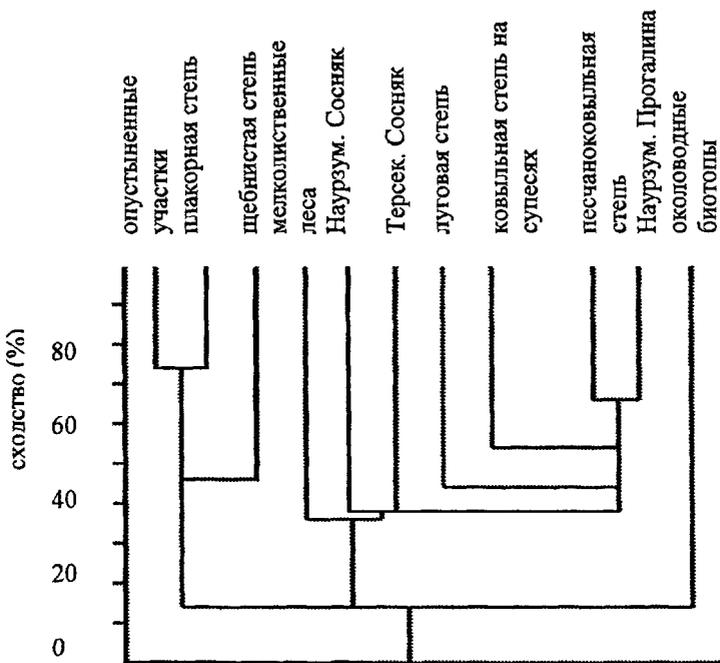


Рис. 3. Дендрограмма сходства биотопов Северного Тургая по видовому составу почвенной мезофауны

2) сообщества беспозвоночных в биотопах, развивающихся на тяжелых суглинках и глинах (плакорные ковылковые степи, кокпечники и чернопыльники, щепнистая степь); наибольшее сходство (0,72) наблюдалось между фаунами плакорной ковылковой степи на тяжелых карбонатных суглинках и опустыненных участках склоновых вариантов Тургайской ложбины (кокпечники, чернопыльники), что указывает на значительное сходство их экологических условий и большую участия пустынно-степных и пустынных элементов в формировании фаун;

3) сообщества на легких по механическому составу (песчаных и

супесчаных) почвах открытых пространств. В этой группе биотопов максимальное сходство (0,57) установлено между фауной песчаноковыльной степи и остепненными прогалинами Наурузмского бора, наименьший - между населением луговых степей и другими;

4) фаунистические комплексы лесных биотопов. Фауна естественных лесов, расположенных на значительном расстоянии от основного ареала на юге сухих степей, отличается оригинальностью: коэффициент общности видового состава лесных биотопов с биотопами других ландшафтов относительно невысок: от 0,05 до 0,35. Фаунистические связи между сосняками Терсекского и Наурузмского боров также невысоки (коэффициент фаунистического сходства 0,36 %). Это объясняется тем, что Наурузмский и Терсекский боры произрастают на разных по возрасту и положению участках катены Тургайской ложбины. Отмечено, что фаунистические комплексы как сосняков, так и осиново-березовых лесов региона включают виды, характерные окружающим их степным и луговым стадиям. Это сближает леса региона с байрачными лесами и лесополосами в других частях степной зоны, имеющих смешанный состав;

5) комплексы беспозвоночных прибрежных экосистем. Население интразональных околородных комплексов имеет наименьшие фаунистические связи со всеми другими биотопами региона: от 0,06 до 0,14. Контрастность фаунистических комплексов прибрежных экосистем с прочими биотопами подчеркивает "аридное лицо" экосистем региона.

В отличие от европейских степей в регионе практически отсутствуют элементы европейских широколиственных лесов, поскольку на востоке (Западная и Восточная Сибирь) нет подзоны широколиственных лесов, и подтаежные леса представлены березово-осиновыми колками. В степь непосредственно проникает таежная фауна по соответствующим биотопам, встречаясь с южными степными и полупустынными видами. Миграция видов идет и в противоположном направлении. В частности, Н.М. Порядиной (1991) было показано, что в березовых и осиновых колках Западной Сибири в составе почвенной фауны одновременно встречаются таежные элементы и сухостепные виды. В сравнении с плакорными участками в экстра- и интразональных ландшафтах Тургайской ложбины наблюдались большая пестрота состава и мозаичность распределения сообществ животных, при этом от уровня плато к днищу ложбины пестрота населения возрастала. Сложный состав географических элементов фауны региона указывает на ее иммиграционное происхождение, обусловленное наличием путей трансмиссии и сложной геологической историей региона.

Для пустынно-степного экотона континентальной Азии характерна контрастность фауно-генетических и экологических характеристик животного населения почв, обусловленная комплексностью среды обитания. Это определяет высокое разнообразие животного населения, которое строго локализовано в отдельных пространственных микрониах, различающихся по условиям обитания животных в почве. По градиенту повышения

аридности природных местообитаний возрастает пространственная дифференциация сообществ почвенных беспозвоночных.

4 Экологический состав животного населения почв и тенденции его изменений при опустынивании

В работе проведен анализ экологического состава животного населения и тенденций его изменений при опустынивании.

Анализ населения по биотопическому преферентуму проведен на разных по особенностям освоения экологического пространства, пластичности и способам противостояния неблагоприятным факторам представителях почвенной фауны. Хорошим индикатором среды являются жужелицы, поскольку распределение этих всеядных хищников по биотопам в большей степени зависит от физико-химических свойств среды и менее от пищевых объектов (Гиляров, Шарова, 1954; Шарова, 1967). В населении жужелиц было выделено 6 экологических групп: 1) пустынные и пустынно-степные (11,9%); 2) степные (20,4%); 3) луговые и лугово-полевые (10,8%); 4) лесные (7,4%); 5) лесо-болотные (7,4%); 6) береговые (38,6%).

Пустынные и пустынно-степные виды встречались преимущественно в плакорной степи, песчаных степях и в полупустынных биотопах. Лесные и лесо-болотные виды сохранились во влажных типах леса. Наибольшее видовое разнообразие жужелиц наблюдалось по берегам водоемов, что согласуется с положением об их первичной гигромезофилии.

Анализ структуры населения муравьев позволил проанализировать адаптационные возможности членистоногих, способных регулировать микроклимат в изменяющихся экологических условиях. В мирмекофауне региона зарегистрировано 39 видов (Братина, 1999), среди которых также отмечены разные по предпочтению экологических условий виды: таежные, неморальные, лесостепные и степные, полупустынные и пустынные.

Освоение стадий обитания видами пустынно-степного комплекса и характеристики отдельных популяций прослежены на примере нескольких видов ксерофильной группы насекомых - чернотелок. В пустынно-степном экотоне они встречались не только в типичных местообитаниях, но также в сухих и свежих типах леса островных лесов региона (рис. 4). В биотопе сухой типчаково-ковыльной степи на рыхлопесчаных почвах опушечного положения было отмечено 8 видов чернотелок, в луговой степи на луговых карбонатных почвах присорového понижения - 6, в мертвопокровном сухом сосняке с дерново-боровыми почвами - 4, в ленточном осиннике на территории бора, произрастающем в понижении с близким расположением грунтовых вод и луговыми почвами - 2.

Наибольшее число чернотелок *Tentyria nomas* при учетах герпетобия почвенными ловушками было отловлено на участке сухой типчаково-ковыльной степи. В сухом сосняке и луговой степи число отловленных

особей за вегетационный период было ниже, в осиннике - минимальным.

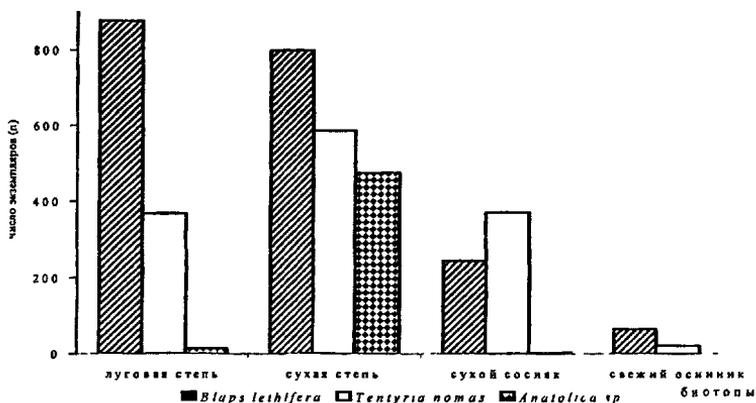


Рис. 4. Соотношение числа имаго чернотелок, отловленных в одинаковом числе почвенных ловушек за вегетационный период в различных биотопах Наурзумского бора. Северный Тургай

Наибольшее число чернотелок *Blaps lethifera* было отловлено в луговых и сухих степях. Но большое число особей было отловлено также в сухом сосняке, меньше - в свежем осиннике. Чернотелки *Anatolica sp.* отлавливались только в степных стациях.

Проведенные исследования выявили большое число ксерофильных видов в составе почвенно-подстилочных беспозвоночных. Среди жуличиц ксерофилы и мезоксерофилы составили 33,7%, мезофилы - 26,7%. Среди муравьев число ксерофилов и гемиксерофилов достигало 38,9%, мезогемиксерофилов - 16,7%, к группе мезофилов отнесено 36,1%, из гигромезофилов присутствует один вид - *Myrmica rubra*.

В пустынно-степном экотоне среди жуличиц галобионты составляли 23,3%, в том числе в составе береговой фауны около половины видов (49,2%) приходилось на долю галофилов. Солелюбивые виды обнаружены также среди муравьев (5,6%).

Таким образом, в составе фауны пустынно-степного экотона по биотопическому преферендуму выделяются группы с контрастными требованиями к условиям среды. Большое число пустынных и пустынно-степных элементов и галофильных видов указывает на аридность условий обитания.

Соотношение трофических групп в почвенных зооценозах определяет особенности участия почвенных беспозвоночных в биогеоценологических

продукционно-энергетических процессах, так как влияет на интенсивность процессов разложения, первичной гумификации, формирование профиля почвы (Heath e.a., 1966; Перель, Карпачевский, 1968; Bal, 1970, Стриганова, Козловская, 1985; Стриганова, 2004 и др.). Известно, что в плакорных сообществах сухих степей, пустынь и полупустынь (Гиляров, 1965 а,б) почти полностью исчезают сапрофаги, все фазы развития которых происходят в почве.

В свежих и влажных лесах доля фитофагов составляла более половины собранных беспозвоночных, относительное число сапрофагов достигало 5,4 %. В осиннике на долю зоофагов приходилось 15,8 %, 76 % - на долю фитофагов и фитосапрофагов, 5,4 % составляли сапрофаги и около 3 % приходилось на долю куколок насекомых. В сухих сосняках преобладали также фитофаги (46,3 - 56,4 %) при крайне низком числе сапрофагов (0,9 %) и относительно высоком числе фитосапрофагов (13,6%). Численность зоофагов колебалась от 24,5 % до 46,8%.

Основу трофической структуры животного населения степей региона составляли ризофаги и фитосапрофаги. Число хищных форм в ряду степных биотопов возрастало с увеличением засушливости местообитаний, что прослеживается и в широтно-зональном аспекте.

В пустынных и пустынно-степных местообитаниях в трофической структуре почвенного населения преобладали фитофаги (от 34,4 до 74,3%) и зоофаги (от 15,8 до 69, 6%) при общем незначительном числе сапрофагов. С возрастанием аридности условий число хищных форм возрастало. В напочвенном населении преобладали фитосапрофаги в связи с доминирующим положением в составе герпетобия чернотелок.

В населении герпетобия, по нашим данным, относительная численность фитосапрофагов степей составляла от 82,6 до 83,0%, в сосняках она снижалась до 50,3-69,7 %, в осиннике - до 19,5 % с одновременным ростом относительного числа зоофагов

Доля фитофагов возрастает по градиенту увеличения засушливости биотопов при низком числе сапрофагов на всех степных участках пустынно-степного экотона. Относительное число фитосапрофагов возрастает в пределах одной зоны по градиенту повышения засушливости местообитаний. В крайних вариантах - значительное увлажнение (мелколиственные леса) или значительное иссушение (плакорная степь на тяжелых суглинках) - возрастает относительное число зоофагов. В аридных условиях юга сухих степей большая доля первичной продукции, таким образом, поступает в цикл разложения и почвообразования посредством отторжения ее живой массы фитофагами по пастбищной цепи питания.

Анализ жизненных форм жуелиц в региональном спектре выявил преобладание зоофагов (12 групп из 16). Полученные данные отличаются от общего зонального спектра степной зоны, где процентное соотношение зоофагов и миксофитофагов примерно одинаково (Шарова, 1981). На юге степной зоны в условиях пустынно-степного экотона в региональном

спектре присутствует большее число представителей южных пустынных и пустынных местообитаний (южная компонента), для которых характерно преобладание зоофагов. В то же время наличие лесных экосистем в регионе также повышает относительное число зоофагов, преобладание которых отмечено в лесной зоне (северная компонента). В составе карабидофауны группы жизненных форм зоофагов составили 69,1 %.

Ландшафтные спектры отличались по наборам групп жизненных форм и видовому обилию. В степных местообитаниях отмечено 10 групп жизненных форм. Обширной является группа миксофитофагов геохортобионтов гарпалоидных (11,8%), которая включает фитофагов со смешанным питанием, лазающим по растениям и активно зарывающихся в почву. Из зоофагов в степях доминировали стратобионты подстильно-трещинные, стратобионты зарывающиеся подстильно-почвенные, эпигеобионты ходящие. Выявлены специфические степные жизненные формы, такие как ботробионты зарывающиеся. В целом, спектры жизненных форм жуужелиц степных ландшафтов региона сходны с таковыми лесостепной, степной, полупустынной зон и характеризуются преобладанием миксофитофагов, а среди зоофагов - стратобионтов подстильно-трещинных, что является адаптацией к условиям аридной зоны.

Для лесных ландшафтов региона характерно преобладание не лесных, а степных групп жизненных форм (всего выявлено 12 групп жизненных форм жуужелиц), преимущественно миксофитофагов геохортобионтов гарпалоидных, что связано с разреженностью лесных массивов и проникновением в них степных травянистых растений. Среди зоофагов преобладали стратобионты скважники поверхностно-подстилочные.

Среди природных ландшафтов большим разнообразием жизненных форм и их полидоминантностью отличалось население жуужелиц околоводных биотопов. Среди прибрежных видов, включая солончаки, отмечено 12 групп жизненных форм, которые были представлены 80 видами. Из зоофагов преобладали стратобионты-скважники поверхностно-подстилочные и геобионты роющие. Класс миксофитофагов включал 3 группы жизненных форм, среди которых преобладали стратобионты-скважники; по берегам солоноватых водоемов отмечены геохортобионты гарпалоидные.

Анализ набора групп жизненных форм жуужелиц района исследований показал, что они имеют разные типы зонального распределения:

а) полизональный (например, эпигеобионты ходящие и летающие, стратобионты поверхностно-подстилочные и подстилочные и т.д.);

б) зональный тип распределения (например, характерные для степной и лесостепной зон ботробионты; для степной и полупустынной - стратобионты подстильно-трещинные и другие).

В то же время доминирование миксофитофагов геохортобионтов в общем спектре жизненных форм указывает на степную адаптационный облик населения жуужелиц с большим участием форм, характерных южным

зональным спектрам и в меньшей степени - северным.

Массированная распашка целинных земель Казахстана на рубеже 50 - 60 гг., приток населения, резкое увеличение антропогенной нагрузки на природные экосистемы, зарегулирование водотоков и нарушение водного баланса огромных территорий привели к значительным изменениям природных условий региона. В степном и пустынном Казахстане климатический тренд в сторону потепления вдвое превышает среднеглобальный уровень (Национальный план по борьбе с опустыниванием в Казахстане, 1997), что усиливает вероятность опустынивания. Материалы исследований показали, что аридизация в наибольшей степени затронула население экстразональных лесных экосистем: в составе населения сухих и влажных островных и ленточных боров преобладали степные жизненные формы почвенных беспозвоночных при незначительной доле участия лесных элементов. Как указывал Ю.И. Чернов (1984), проникновение новых видов в экосистемы, способные создавать новые сообщества, связаны с интразональными или экстразональными экосистемами.

Показано, что в населении пустынно-степного экотона континентальной Азии присутствует большое число типичных пустынных форм; группа влаголюбивых видов сравнительно немногочисленна и сконцентрирована преимущественно в экстразональных местообитаниях сырых и влажных лесов и интразональных прибрежных биотопах.

5 Закономерности изменений структуры животного населения почв по градиенту нарастания аридности местообитаний

В главе рассматриваются изменения структуры животного населения почв по градиенту нарастания засушливости местообитаний - по шкале градиента основного ограничивающего экологического фактора сухих степей. Структура населения в целом отражает динамику взаимодействия внутренних и внешних факторов среды с биотическими компонентами и биотических элементов между собой. Обеднение или выпадение отдельных функциональных группировок почвенной биоты может вызвать далеко идущие нарушения продукционно-деструкционного баланса, динамики почвенных процессов и ее структуры, одной из причин которых выступает опустынивание.

Лесные экосистемы

Большой теоретический интерес вызывает почвенное население лесных экосистем на крайнем юге их распространения. В подзоне сухих степей они представлены островными и ленточными сосновыми борами и осиново-березовыми лесами.

Осиново-березовые леса. Лиственные леса региона закрепились исключительно в местах дополнительного поступления влаги (дренаж родниковых и грунтовых вод, котловины с близким расположением грунтовых вод, берега водоемов). В связи с различными условиями увлажнения состав почвенного населения варьирует в широких пределах. Так, в сырых и влажных березняках были отмечены дождевые черви *Dendrobaena octaedra*, мелкие наземные моллюски (*Zonitoides nitidus*, *Succinea oblonga*, *S. elegans*, *Cochliopa lubrica*), многоножки *Monotarsobius curtipes*. В лесной подстилке ивняково-тополевых зарослей вокруг искусственных котлованов родникового происхождения обнаружены синантропные широко распространенные виды дождевых червей - *Aporrectodea rosea* и *A. calliginosa cctlliginosa*. В составе населения и сырых, влажных и свежих лесов отмечены лесные виды насекомых, например, *Sinodendron cylindricum*, *Geotrupes baikalicus*. В лесах региона сохраняется также сравнительно устойчивый обедненный бореальный комплекс ксилобионтов и общественных насекомых, способных создавать самостоятельно микробиотический оптимум.

Численность населения беспозвоночных (мезофауна) лесных экосистем варьировала от 53,8 экз./м до 73,7 экз./м² в среднем за вегетационный период с максимумом в весенний период до 130, 2 экз./м². и максимальной биомассой 6,4 г/м². В почвенном населении (рис. 5) мелколиственных лесов доминировали личинки пластинчатоусых жуков - от 11,9 до 52,1% (преимущественно хрущики и корнегрызы); долгоносики (от 9,2 до 22, 7 %); личинки шелкунов- 3,7 - 18,3 % и двукрылые (преимущественно *Asilidae* и *Therevidae* - от 7,6 до 19,8%).

Осиново-березовые леса региона произрастают не сплошными массивами, а в виде небольших островов - колков, что способствует обмену фауны подвижных беспозвоночных с окружающими стациями. Это сближает островные леса региона с байрачными лесами и лесополосами в других частях степной зоны, где отмечался богатый качественный и количественный состав беспозвоночных (Арнольда, 1953; Гиляров, 1960, 1965; Крыштал, 1960; Пилипенко, 1973 и др.). В лесополосах Среднего и Нижнего Дона, например, сосредоточено значительное количество стафилинид, пластинчатоусых, многоножек, чернотелок (Локтионов, 1981). В то же время в мелколиственных лесах региона фауна сходна в большей мере с луговыми степями лесостепной зоны (с преобладанием шелкунов, моллюсков, многоножек и дождевых червей), а по показателям численности - лесополосами степной зоны. В то же время, в мелколиственных лесах региона слабо выражен комплекс подстилочных форм, связанных с опадом.

Сосновые леса. Особенности структуры населения сосновых лесов рассмотрены на примере самых южных в равнинном степном Казахстане Наурузумского и Терсекского боров. Терсекский бор приурочен к переработанному водонесным олигоценным пескам III террасы Тургайской ложбины. В почвенном населении сосняков преобладали шелкуны (в том

числе бореальный вид *Selatosomus melancholicus*), пауки, многоножки костянки (10,6 - 12,1%) и долгоносики (8,0 - 13,5%). Численность почвенного населения в среднем за вегетационный период составляла от 17,6 до 18,8 экз./м² биомассой - 0,4 - 0,6 г/м², герпетобия - 1,8 экз/10 ловушко-суток.

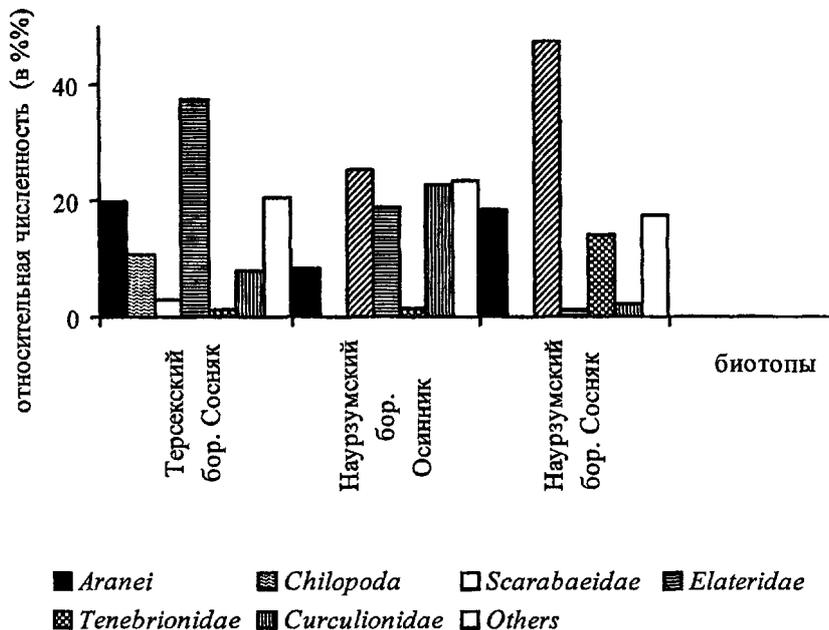


Рис. 5. Структура животного населения почв (мезофауна) лесов Северного Тургая

Наурзумский бор приурочен к массивам крупно- и мелкобугристых переветренных олигоценых песков. Засушливость условий определила преобладание сухих мертвопокровных сосняков: травянистый ярус и подлесок, моховый и лишайниковый покровы не выражены; под пологом леса развиваются отдельные травянистые растения с растянутым вегетационным периодом, не образуя сплошного травянистого покрова; на поверхности почвы - слабо разложившаяся подстилка, под которой обнаруживаются дерново-боровые слабо развитые почвы. Межколковые пространства заняты преимущественно степной растительностью - более сухим аналогом окружающих бор типчаково-ковыльных степей на песчаных почвах. Численность почвенного населения в среднем за вегетационный период была низкой - 9,3 - 10,8 экз./м². Доминировали степные и пластичные

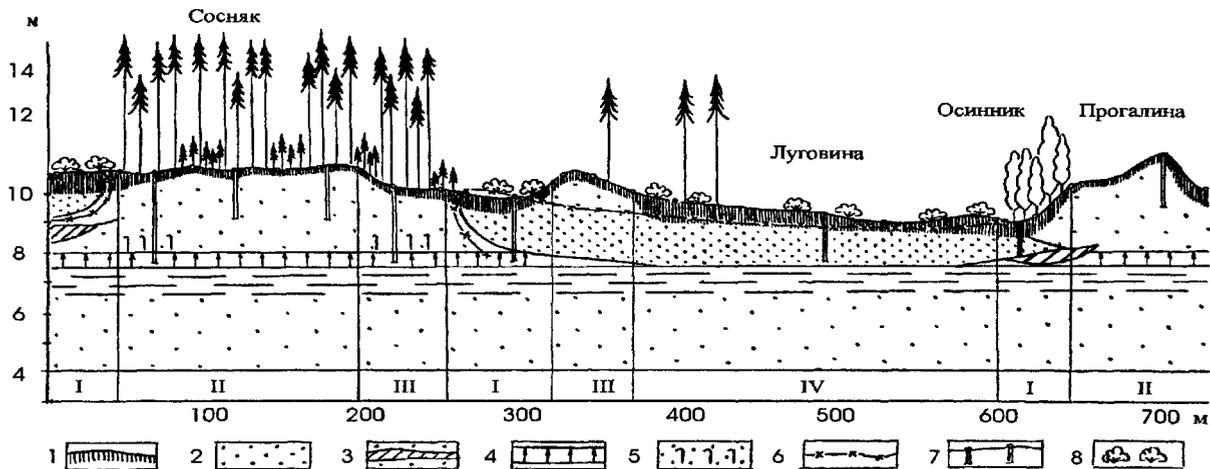
виды насекомых, в том числе хрущи и хрущики, личинки чернотелок, ктырей. Напочвенное население также малочисленно. В среднем за вегетационный период отлавливалось 2,6 - 2,4 экземпляра на 10 ловушко-суток с преобладанием жесткокрылых, при этом чернотелки составляли 59,7 - 74,3%.

Сосняки Наурзумского и Терсекского боров, произрастающие на песчаных почвах (выделяемые тип и вид почвы идентичны), относящиеся к одному и тому же типу леса, оказались резко отличными по составу мезофауны. Коэффициент сходства биотопов по видовому составу населения (коэффициент Чекановского-Сьеренсена) составлял 26,1%. Терсекский бор приурочен к геоморфологической поверхности, сформировавшейся в первой половине плейстоцена (в период самаро-тазовского оледенения Западной Сибири). Этот геоморфологический уровень был выработан в аллювиальных глинисто-песчаных отложениях терсекской свиты, датируемой верхнеолигоценным возрастом (Брагин, 1971). Терсекский бор окружен ковылковой степью на тяжелых суглинках и находится в значительной изоляции. Бор Наурзум-Карагай приурочен к более молодому уровню геоморфологической поверхности - к склонам и днищу Тургайской ложбины, которые сформировались в более позднее время в течение верхнего плейстоцена. Формирование этого уровня поверхности, вероятно, шло уже в казанцевское время (межледниковье). В конце верхнего плейстоцена и голоцена освободившаяся от транзитных, а затем от озерных вод поверхность ложбины была выравнена процессами дефляции. Геологические данные показывают, что современные сосняки Наурзумского бора и окружающие песчаноковыльные степи распространены на генетически однородных переветренных олигоценых песках эолового происхождения и формировались одновременно. Для определения причин остепенности животного населения почв Наурзумского бора было проведено изучение пространственного распределения животных сообществ на экологическом профиле, заложенном на территории Наурзумского бора (рис. 6). На профиле была прослежена смена экотопов (осинник, луговина, сосняк и остепенная прогалина), их почвенного покрова, растительности и почвенного населения. Биотические компоненты менялись сопряженно по мере снижения влажности почв, в том числе почвенное население: в осиннике доминировали мезофильные виды шелкунов, хрущики и долгоносики, содоминанты - пыльцееды и двукрылые, отмечено только 0,8 экз./кв.м чернотелок (1,5 % от общего числа беспозвоночных); в луговой степи преобладали хрущики, долгоносики, пыльцееды, хищные двукрылые, чернотелки - 3,2 экз./м² (3,8 %); в сосняке население было бедным и малочисленным, абсолютная численность чернотелок составляла 1,3 экз./кв.м (14,0 % от общего населения); наконец, на остепенной прогалине численность чернотелок составила 8,8 экз./м², или 18,8%. Из других групп на остепенной прогалине выделяются степные жужелицы рода *Harpalus*,

Таблица 1. Виды-доминанты и индикаторные группы в населении почвенных беспозвоночных лесных экосистем Северного Тургая (абсолютная численность - экз./м², относительная численность - в %%; + - вид отмечался редко или единично, - - вид не отмечался)

СОСТАВ	Катангал. Березняк	Бег-Атач. Березняк	Терсек. Сосняк	Наурзум Осинник	Наурзум. Сосняк	Наурзум. Проталина
<i>Lumbricidae</i>	1,3/5,1	+/+	-	-	-	-
<i>Monotarsobnus curtipes C.Koch</i>	0,4/1,1	+/+	1,9/11,4	+/+	-	-
<i>Selatosomus melancholicus L.</i>	0,8/3,4	7,5/10,2	6,2/35,2	9,9/10,4	-	-
<i>Agriotes lineatus L.</i>	+/+	+/+	1,0/5,2	0,2/7,6	-	-
<i>Omophlus lividipes Muls.</i>	+/+	0,1/0,2	-	6,0/10,3	-	-
<i>Serica brunnea L.</i>	7,1/28,0	50,6/68, 3	0,3/1,9	11,5/19, 8	+/+	+
<i>Amphimallon sp.</i>	0,1/0,4	2,5/3,5	0,2/1,1	2,1/1,5	4,0/28,9	1,2/3,8
<i>Blaps lethifera Marsch.</i>	-	+	+	+	0,5/3,4	0,3/3,1
<i>Tentyria nomas Pall.</i>	-	+	+	+	0,9/10,2	0,6/6,0
<i>Anatolica sp.</i>	-	-	-	-	+	0,4/4,7
<i>Platyope leucogramma Pall.</i>	-	-	-	-	-	0,1/1,3
<i>Anisoplia deserticola Poda.</i>	-	-	-	-	-	4,1/11,3

пластинчатоусые (преимущественно кузька пустынный *Anisoplia deserticola*), долгоносики и хищные двукрылые, характерные для окружающих бор песчаноковыльных степей.



Условные обозначения:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1 - гумусовый горизонт почв | 5 - верховодка |
| 2 - пески | 6 - линия вскипания HCl |
| 3 - суглинистые (илувато-супесчаные) карбонатные прослои | 7 - почвенные разрезы |
| 4 - капиллярная кайма грунтовых вод | 8 - спирея |
| I - луговые карбонатные почвы | III - дерново-боровые неполноразвитые |
| II - дерново-боровые слаборазвитые | IV - луговые почвы |

Рис.. 6. Экологический профиль Наурзумского бора. Северный Тургай

Основной причиной формирования разных типов почвенно-растительных условий на территории Наурзумского бора и дифференциации комплексов почвенных беспозвоночных является влияние рельефа через контрастность топографо-флювиальных комбинаций (за счет транзита влаги и уровня залегания грунтовых вод). В аридном климате это приводит к контрастности и мозаичности распределения биогеоценозов.

В лесных биогеоценозах, расположенных по градиенту нарастания аридности, происходит закономерное изменение доминирующих и индикаторных видов и групп в населении почвенных беспозвоночных. Сравнительный анализ относительной численности видов-доминантов и индикаторных групп в населении почвенных беспозвоночных лесных экосистем (табл.1), расположенных по мере нарастания аридности условий местообитаний показал, что в наиболее влажных условиях (смородиново-крапивный березняк, урочище Катантал) региона преобладают широко распространенные лесные виды, такие как дождевой червь *Dendrobaena octaedra*, косянка *Monotarsobius curtipes*, хрущик *Serica brunnea*. Со снижением увлажненности почвы (березняк Бет-Агач, осинник в Наурзумском бору) и количества пищи (мертвопокровный сосняк, Терсек) дождевые черви исчезают или встречаются единично, увеличивается численность обитателей нижнего слоя лесной подстилки (*Selatosomus melancholicus*). Наряду с лесными видами появляются степные чернотелки (*Blaps lethifera*, *Tentyria nomas*), вначале представленные единично забредающими имаго (Терсек, свежий березняк Бет-Агач), в более сухих местообитаниях - и личинками этих видов. В сухом мертвопокровном сосняке Наурзумского бора специализированные лесные виды практически исчезают, появляется и доминирует степной компонент, а на прогалинах складываются степные сообщества животных с видами опустыненных местообитаний (*Platyopeleucogramma*, *Amsopliadeserticola*).

В результате работы установлено, что в экстразональных лесных местообитаниях сухостепного Казахстана на крайнем юге их распространения в сухих типах леса происходит замена лесных видов педобионтов степными, снижаются уровни численности и биомассы мезопедобионтов по сравнению с северными лесами за счет сокращения в сообществах доли сапрофагов. Аридность климата и разнообразие топографо- флювиальных комбинаций приводит к мозаичности распределения элементов биоты. С повышением засушливости местообитаний происходит обеднение разнообразия таксономических групп и упрощение структуры населения лесных экосистем, снижение плотности населения и устойчивости сообществ.

Степные экосистемы

Население степных почвенных мезоартропод обследовано на природной катене, которая включала биотопы равнин Тургайского плато, склонов

Тургайской ложбины и ее днища. Обследованные степные биогеоценозы подразделяются на 3 контрастные группы: 1) ковыльковые степи плакорных равнин (кальцефитные) на тяжелых суглинках; 2) степи склонов Тургайской ложбины (гемипсаммофитные разнотравно-ковыльные степи, псаммофитные типчаково-ковыльные степи - темно-каштановые связно- и рыхлопесчаные почвы); 3) степи дополнительно увлажняемых местообитаний (луговые степи приозерных понижений, луговые степи опушек мелколиственных лесов). Численность населения почвенных беспозвоночных в степных биогеоценозах пустынно-степного экотона в среднем за вегетационный период варьировала от 30,3 до 92,6 экз./м². Это значительно ниже показателей для настоящих и северных степей, где численность только дождевых червей, геофилид и энхитреид составляла 127,0 экз./м² (Маракушина, Покаржевский, 1975) или сухих европейских степей - 100-140 экз./кв.м (Striganova, 1996) и ближе к показателям, полученным для степей нижнего Дона - 73,6 экз./м² (Локтионов, 1980) и сухих степей Монголии - 44,6 до 89,0 экз./м² (Улыкпан, 1988, 1994). Дождевые черви в степях региона отсутствовали, тогда как в ковыльной степи на севере Челябинской численность дождевые черви в степных биогеоценозах доминировали, и в целом в северных степях относительное число дождевых червей в составе мезофауны достигает 15 % (Striganova, 1996).

В плакорных ковыльковых степях на тяжелых суглинках численность почвенных беспозвоночных в среднем за вегетационный период составляла 36,9 - 30,9 экз./м², биомасса 0,7- 1,2 г/м². Доминировали щелкуны (рис. 7), среди которых до 90 % составляли *Selatosomus latus* (3,7 экз./м²) и *Agriotes sputator* (3,1 экз./м²). По численности к группе доминантов откосились также долгоносики (5,1-6,3 экз./м²), двукрылые (3,2-5,6 экз./м²), жуличицы (4,0-1,6 экз./м²), пауки (3,6- 4,3 экз./м²) и мокрицы (2,0-3,1 экз./м²). В герпетобии доминировали чернотелки, составив 44,5 % от общего числа отловленных беспозвоночных. На долю *Tentyria nomas* приходилось 30,0 % от их общего числа и 30,7 % биомассы, *Blaps* - 1,8 % и 7,9 % соответственно, *Gonocephalum pusillum* - 8,2 % и 1,2 %, *Opatrum sabulosum*- 3,4 % и 1,0 %, *Pedinus femoralis* - менее 1 %. Из других семейств в большом количестве отловлены калоеды, преимущественно *Onthophagus vitulus*, и различные афодии. В среднем за вегетационный период отлавливалось 6,1 экз./10 л-суток биомассой 0,4 г/10 л-суток.

На темно-каштановых супесчаных почвах в разнотравно-ковыльной степи численность почвенного населения составляла 22,3 - 30,3 экз./м², биомасса - 1,9 - 2,1 г/м². Доминировали пластинчатоусые (12,1 - 14,2 экз./м², или 46,8 - 54,7 % по численности и до 67,3 % общей биомассы). Из них на долю хрущииков (преимущественно *Maladera holosericea* и *Homaloplia spiraeae*) приходилось до 75,5%, хруща волжского *Amphimallon volgensis* - до 20,0% и хлебного жука *Anisoplia zwicki* - до 4%. В герпетобии в среднем за вегетационный период отлавливалось 9,1 - 12,7 экз./10 л-суток беспозвоночных биомассой 1,7- 3,3 г/10 л-суток. Чернотелки составляли 66,5

- 78,0 % по численности и 66,0 - 62,2 % от общей биомассы. Абсолютным доминантом выступала чернотелка *Tentyria nomas* (52,6 - 55,2 % от общего числа отловленных беспозвоночных и 79,5 - 90,8 % от общего числа чернотелок). Число отловленных особей *Blaps lethifera* достигало 5,6 -13,5 % от общего числа и 9,2 - 20,4 % общей биомассы.

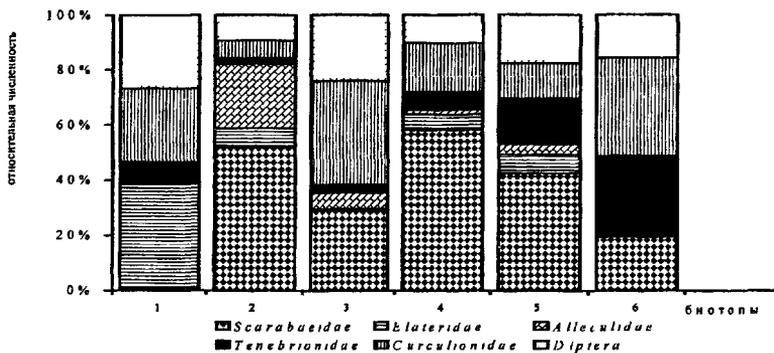


Рис. 7. Структура животного населения почв степей Северного Тургая. 1 - 6 — стационарные участки работ: 1 — ковыльковая степь; 2 - разнотравно-ковыльная степь; 3 - типчаково-ковыльная степь на связных песках; 4 - типчаково-ковыльная степь на рыхлых песках; 5 - 6 луговые степи

Общая численность почвенной мезофауны в типчаково-ковыльной степи на связнопесчаных почвах в среднем за вегетационный период - 58,8- 61,0 экз./м², биомасса - 2,4- 3,0 г/м². 33,3 % от общего числа собранных беспозвоночных составляли пластинчатоусые: кузья пустынный *Anisoplia deserticola* - 7,2 - 11,5 экз./м², хрустики *Homdoplia spiraeae* и *Maladera holosericea* - 6,1- 6,9 экз./м². В группе доминантов были также чернотелки - 5,4 - 7,2 экз./м², из них на долю трех доминирующих видов {*Tentyria nomas*, *Anatolica angustata* и *Platyope leucogramma*} - 4,0 - 4,8 экз./м². Долгоносики составили 5,5- 9,6 экз./м², двукрылые - до 7,7 экз./м² (в том числе семейства *Asilidae* и *Terevidae* - 6,5 - 7,6 экз./м²), жуужелицы - 3,9 - 8,3 экз./м² (преобладали жуужелицы рода *Harpalus*). В напочвенном населении доминировали чернотелки - 70,3% от общего числа беспозвоночных и 82,2% их биомассы. Из них *Tentyria nomas* - 49,7 % по численности и 48,0 % по биомассе, *Blaps lethifera* - 7,3 и 20,6%, *Platyope leucogramma* - 4,7 % и 2,8 %, чернотелки *Anatolica sp.* - 7,1 % и 3,3 % и *Pedinus femoralis* - 1,1 % и 2,0 % соответственно. В среднем за вегетационный период отлавливалось 6,1 - 9,0 экз./10 л-суток биомассой 0,8 - 1,8 г/10 л-суток.

Близки к предыдущим пустынно-степные биотопы на прогалинах Наурузмского бора, представляющие заключительный ряд псаммофитных степей в направлении повышения ксерофитности условий. Численность мезофауны на участке в среднем за вегетационный период составляла 46,7 - 39,4 экз./м², биомасса - 2,0 - 2,1 г/м². По численности доминировали долгоносики (8,9 - 10,5 экз./м²), пластинчатоусые (6,3 - 8,5 экзУм²), чернотелки (4,2 - 8,8 экз./м²), жужелицы (4,2 - 6,5 экз./м²) и двукрылые (3,8 - 5,1 экзУм²). Жужелицы были представлены почти исключительно видами рода *Harpalus* (4,0 - 6,0 экз./м²), из пластинчатоусых преобладали *Anisoplia deserticola* (4,1 - 5,6 экз./м²), меньше встречено хрущей *Amphimallon volgensis* (1,1 - 2,2 экз./м²) и хрущиков (0,6 - 1,0 экз./м²). Среди чернотелок преобладали личинки *Anatolica angustata*, *Tentyria nomas* и *Platyope leucogramma*. Из шелкунов присутствовали в основном представители хищных видов рода *Cardiophorus*, из двукрылых - ктыри. Средняя уловистость герпетобия за вегетационный период составила 5,6 - 8,6 экз./Ю л-суток биомассой 0,8 - 2,3 г/10 л-суток. Доминировали чернотелки: *Tentyria nomas* - 33,2 - 62,7% по численности и 53,9% по биомассе, *Blaps lethifera* - 8,4 - 37,4 % по численности и 29,8 % по биомассе, *Anatolica angustata* и *A. subquadrata* - 9,9% и 5,0%, *Platyope leucogramma* - 1,6 и 1,1% соответственно от общего числа отловленных жесткокрылых.

Численность мезофауны разнотравной луговой степи на луговых карбонатных почвах в приозерном (присоровом) понижении на обследованном участке достигала 83,6 - 92,6 экз./м², биомассой 2,0 - 2,4 г/м². Доминировали три группы насекомых: пластинчатоусые (преимущественно хрущики) - 24,5 - 30,5 экз./м², долгоносики - 23,7 - 30,9 экз./м² и двукрылые - 16,6 - 19,4 экз./м². Средняя за вегетационный период численность хрущиков составляла 22,4 - 23,0 экзУм². Двукрылые были представлены до 96,9 - 98,2% ктырями и лжектырями. Многочисленны также личинки пыльеядов *Otomphlus lividipes* - 6,5 - 4,8 экзУм². Средняя за вегетационный период уловистость герпетобия 4,8 - 6,0 экз./Ю л-суток, биомасса 1,9 - 2,5/10 л-суток. Доминирующими видами были *Blaps lethifera* - 55,0 - 68,5 % по числу и 84,5 % по биомассе от общего числа отловленных беспозвоночных, *Tentyria nomas* - 25,2 - 28,5% и 10,2% соответственно. Остальные отмеченные виды чернотелок не играли существенной роли в этом биогеоценозе, также как и другие группы беспозвоночных, исключая пауков, численность которых составила 10,2 - 11,1 % от общего числа отловленных беспозвоночных.

Население разнотравной луговой степи на опушках осиново-березовых лесов по составу доминантов сходно с населением разнотравных луговых степей приозерных понижений. В то же время в населении встречаются виды, характерные лесным формациям. На участке луговой степи остепненной опушки березняка численность мезофауны составила 45,3 - 52,6 экз./м² биомассой 1,9 - 2,6 г/м². Доминировали пластинчатоусые (19,4 - 23,7 экз./м²), которые на 98,2 % были представлены хрущиками (*Serica brunnea* и

Maladera holoseacea). Другим доминантом выступал пылецед *Omophilus lividipes* - 9, 7 - 10, 6 экз/м², а также долгоносики (2,4 - 2,9 экз./м²) и двукрылые (3,7 - 4,3 экз/м²). Уловистость герпетобия в этом биотопе была сравнительно невысокой: 0,6 экз/10 л-суток биомассой 0,1 г/10 л-суток. По численности доминировали жуличицы, мертвоеды, чернотелки и пауки, по биомассе мертвоеды, чернотелки и пауки. Среди чернотелок преобладали *Tentyria nomas*, *Blaps lethifera*, среди мертвоедов - *Nicrophorus antennatus*, *N. germanicus morio*.

Таблица 2 Виды-доминанты и индикаторные группы в населении почвенных беспозвоночных степных экосистем Северного Тургая (абсолютная численность - экз/Ум², относительная численность - в %%; + - вид отмечался редко или единично, - - вид не отмечался)

Состав	луговая степь приозерных понижений	типчакково- ковыльная степь на связнопесча ных почвах	типчакково- ковыльная степь на рыхлопесчаных почвах
<i>Isopoda</i>	0,2/0,2	0,2/0,3	-
<i>Omophilus lividipes</i> Muls.	4,8/5,1	1,6/2,6	-
<i>Scarabaeidae</i>	23,5/25,4	18,4/30,2	6,3/13,5
- <i>Amphimallon</i> sp.	2,2/2,4	5,1/8,4	1,2/3,8
- <i>Sericinae</i>	21,3/23,0	6,1/10,0	0,6/0,3
- <i>Anisoplia deserticola</i> F.	-	7,2/11,8	4,1/11,3
<i>Tenebrionidae</i>	2,4/2,6	7,2/11,8	9,3/19,9
- <i>Tentyria nomas</i> Pall.	2,4/2,6	4,6/7,5	4,2/9,0
- <i>Blaps lethifera</i> Marsch	+	0,4 /0,6	0,3/0,7
- <i>Anatolica</i> sp.	-	1,4/2,3	3,4/7,3
- <i>Platyope leucogramma</i> Pall.	-	0,8/1,3	1,1/2,3
- <i>Crypticus quisquilius</i> Pk	-	+	0,3/0,6

С увеличением засушливости степных местообитаний на легких песчаных почвах снижается абсолютная и относительная численность хрущииков подсемейства *Sericinae* с 23,5 экз/Ум² в луговой степи до 1,2 экз./м² в типчакково-ковыльной степи на рыхлопесчаных почвах, но появляется пустынный кузья *Anisoplia deserticola*, численность которого достигает 4,1 - 7,2 экз./м²; в целом с нарастанием засушливости местообитаний возрастает разнообразие и численность чернотелок - в наиболее засушливых биотопах появляются пустынно-степные и пустынные виды (табл.2).

С возрастанием засушливости биотопов от луговых степей Тургайской ложбины до плакорных ковыльковых степей происходит снижение

численности мезопедобионтов с одновременным увеличением экологического и видового разнообразия животного населения, происходит перестройка олиго- и монодоминантных сообществ ксерофильного комплекса на полидоминантные. Возрастает видовое разнообразие ксерофильных видов, например, число видов чернотелок в рассматриваемом ряду возрастает с 6 до 12. При этом развиваются два противоположно направленных процесса: равномерная радиация пустынных видов и сопряженная с нарастающей фрагментацией местообитаний локализация мезофитного комплекса.

В составе герпетобия степных биотопов доминантами всюду выступали чернотелки, что говорит о меньшем градиенте условий на поверхности почвы: всюду они ксерофитные. Однако соотношение видов и их численности в контрастных биотопах менялось существенно.

Пустынно-степные и степные сообщества на засоленных почвах

Сообщества этого типа представляют комплексы с преобладанием чернопопынников в сочетании с серопопынными, вострецовыми, типчаковыми или кокпековыми. В составе населения преобладали пустынные и пустынно-степные виды беспозвоночных. В целом население таких биотопов малочисленно. На участке с кокпековой ассоциацией в комплексе с чернопопынно-кокпековыми на тяжелых суглинистых загипсованных почвах численность составляла 14,6 экз./м² биомассой 1,0 г/м² с максимумом во второй половине июня (29,0 и 2,4 г), но не за счет почвенных, а за счет вспышки численности бабочек, окукливание которых происходило в почве (они составили 32,4 общей численности и 62,1 биомассы). В составе мезофауны доминировали пауки (18,7 %), жулици (6,9%) и листоеды (6,9 %). В целом за вегетационный период 83,6% беспозвоночных в этом биотопе было собрано с глубины 0-10 см, остальные с 10-20. В чернопопыннике численность была несколько выше, например, весной - 12,3 экз./м² (в кокпечнике - 9,3 экз./м²) за счет большего числа жулици, мокриц и листоедов. Большинство видов покидают почвенный ярус в засушливый период года.

Сообщества обсыхающих озер и соров (галоугрогенные)

Галоугрогенные сообщества обсыхающих озер и соров окружают котловины солоноватых водоемов. Население пояса солянок обсыхающего озера (солеросник) относительно многочисленно в весенний период. Численность мезофауны составляла 28,6- 38,3 экз/м². Абсолютные доминанты - гидрофильные виды жулици- 63,7-69,5 %, содоминанты - пауки- 10,5-16,7 %, стафилины - 7,0 %. Субдоминантой по биомассе (но не по численности) являлись медведки. Распределение беспозвоночных крайне

неравномерное (коэффициент вариации до 155 %). Это связано не только с биотопическими характеристиками, но и с особенностями развития доминантов: отрождение личинок жужелиц происходило локально, например, в отдельных пробах было найдено 57 личинок, 45, 41 и 105. В почвенной фауне преобладали хищные виды.

Гипергаллофитные сообщества

Солончаки развиваются на месте мелких засоленных водоемов, высыхающих в сухое время года. Население солончаков малочисленно и крайне неустойчиво во временном и пространственном отношении. Численность беспозвоночных составляла 12,7 - 17,9 экз./м² с максимумом в конце мая (после обсыхания солончака). На долю насекомых приходилось только 33,8 - 50,2%. 41 % составляли паукообразные, до 30 - 37,5% - жужелицы. С глубины до 10 см в этом биотопе было собрано 96,6% беспозвоночных, большинство с поверхности почвы и в первых 2 см.

В пустынно-степных и пустынных сообществах почвенное население малочисленно. Большинство видов покидают почвенный ярус в наиболее засушливый период года. Аридизация вызывает пространственно-временную нестабильность природных экосистем. Так, для приозерных и солончаковых местообитаний характерны смена местоположения, степени засоленности, пересыхание в летний период, в связи с чем сообщества носят характер пионерных группировок. Для слабо сформированного почвенно-растительного покрова песчаных массивов характерна динамичность, связанная с колебаниями погодных условий и сезонностью климата, которая ограничивает состав и определяет неустойчивость животных сообществ почв.

6 Динамика животного населения почв в пустынно-степном экотоне континентальной Азии

Современные тенденции изменений **животного** населения почв. В работе дан анализ сезонной, межгодовой и многолетней динамики населения почвенных беспозвоночных, которая отражает динамическую изменчивость в природных экосистемах, краткосрочные, стрессовые и многовековые колебания условий жизни и тренды экологических факторов. В историческом аспекте "остепнение" Евразии надвигалось из глубины континента на запад и охватило в своем поступательном движении отрезок времени - от неогена до плейстоцена (Марков, Лазуков, Николаев, 1965). Причиной остепнения послужила неотектоническая активизация земной коры на рубеже палеогена-неогена, что привело к поднятию материка и формированию современных горных систем. Следствием стала мощная регрессия эпиконтинентальных морей палеогена, орографическая изоляция и

резкий рост континентальности климата внутренних регионов Евразии. На протяжении неогена-плейстоцена территория Западной Сибири и Казахстана, оставаясь в целом степной, подвергалась воздействию неоднократных смен климатических условий, отражавшихся в процессах морфолитогенеза, почвообразования и смене биоценозов. В современных условиях в регионе отмечены многие типичные пустынные растения (чий, лох, камфоросма, эфедра, черная полынь, кокпек, кермек полукустарниковый и другие), как и животные пустынного происхождения (ушастый еж, суслик-песчаник, емуранчик, саджа и многие беспозвоночные).

Распашка целинных степей и пастбищная дигрессия оказали заметное влияние на расширение ареалов ряда пустынных видов. В современной фауне плакорных ковыльковых степей постоянными компонентами являются жулицицы *Cicindela atrata*, *Carabus bessarabicus*, *Pterostichus serviceus*, *Pterostichus crenuliger*, *Harpalus akinini*, *Harpalus anxius*, *Taphoxenus gigas*, *Cymindis picta*, отмечавшиеся в конце 50-60-х годов К.В. Арнольда (1969) как характерные виды опустыненных степей и более южных местообитаний. В полупустынных и солончаковых комплексах распространились *Cicindela elegans*, *C. besseri*, *C. littorahs*, типичные для опустыненных степей и пустынь. На темно-каштановых супесчаных и песчаных почвах обитают *Platyope leucogramma* и *Anatolica abbreviate*, ранее указываемые как индикаторы светло-каштановых почв. Широко представлены виды пустынно-степного комплекса (северотуранский вид чернотелок *Platyope leucogramma*; евроазиатские пустынно-степные чернотелки *Platyscehus hypolithos*, *Blaps lethifera*; характерные для пустынной зоны Палеарктики чернотелки *Gonocephalum pusillum*, *Oodescelis polita*, *Scythis macrocephala*, южных форм пластинчатоусых - *Trox hispidus*, *Aphodius subterraneus*, пустынно-степных жулициц - *Cicindela atrata*, *C. besseri*, *C. elegans*, *Carabus bessarabicus*, *Amara ambulans*, *A. saginayta*, *Harpalus akinini*, *H. salinus*, *H. splendens*, *Microderes brachipus*, *Cymindis lineata*, *C. picta*, *Brachinus costatulus* и других). В солончаковых комплексах и приозерных понижениях региона встречаются медведки (*Gryllotalpidae*), отсутствующие, например, в Монголии за пределами пустынно-степной зоны (Улыкпан, 1994). Отмечен каракурт *Lactrodectus lugubris* на приозерных участках с комплексной растительностью (Брагина, 2001).

На расширение ареалов некоторых южных видов беспозвоночных животных, в том числе вследствие антропогенных изменений ландшафтов, указывал ряд авторов (Медведев, 1950; Крыжановский, 1983 и др.).

Таким образом, в пустынно-степном экотоне континентальной Азии происходит ускоренное формирование ксерофильного фаунистического комплекса, биологически и морфологически устойчивого к дефициту влаги и засоленности почв. Воздействие потепления климата, долговременных последствий освоения целины и аридизации бассейна Аральского моря, антропогенное опустынивание ландшафтов инициируют процесс

адаптационных изменений биоты к изменениям факторов среды обитания.

Вертикально-ярусное распределение и сезонные миграции мезопедобионтов. Вертикальная стратификация, состав и численность мигрирующих по профилю форм беспозвоночных специфичны для почвенных типов и могут рассматриваться как диагностические признаки. В работе дан детальный анализ вертикального распределения беспозвоночных в различных типах почвенно-растительных условий, в том числе в сезонном аспекте.

Миграции беспозвоночных лимитировались эдафическими факторами, включая механический состав и гидротермический режим почв, но концентрация их в отдельные периоды зависела от биологии развития видов (глубины отрождения личинок нового поколения).

Межгодовая динамика численности. Межгодовая динамика численности прослежена на участке разнотравно-ковыльной степи на супесчаных почвах. Более, чем за десятилетний цикл наблюдений средние за вегетационный период показатели численности менялись от 16,7 до 34,5 экз/м². Выявлена положительная корреляция изменений численности мезофильных групп с изменениями условий увлажнения года.

Стрессовые факторы. Естественные стрессовые факторы были рассмотрены на примере влияния пожара на модельном участке разнотравно-ковыльной степи. После пожара в абсолютных показателях значительно снизилась численность пластинчатоусых. В наибольшей степени изменилась численность *Anisoplia deserticola*, личинки которого обитают преимущественно на глубине до 10см, в наименьшей степени - численность волжского хруща *Amphimallon volgensis*. Также снизилась численность чернотелок, долгоносиков, листоедов, клопов. В то же время численность пауков, жуужелиц, щелкунов, личинок мух не претерпела существенных изменений. Для первых групп это, видимо, связано с большой подвижностью особей или со способностью к полету. Для личинок мух, представленных в почвах преимущественно ктырями, это связано со сравнительно глубоким залеганием их в толще почвы. Структура и численность населения почвенных беспозвоночных на модельном участке восстановилась через 4 года. Пожары, как естественный фактор развития степей, влияют в различной степени на сообщества беспозвоночных в зависимости от сроков возникновения и погодных условий года. Соотношение доминирующих групп беспозвоночных под воздействием стрессового фактора изменилось незначительно.

7 Изменения структуры животного населения почв при нарастании антропогенной деградации экосистем

Опустынивание степных земель под воздействием антропогенного фактора имеет длительную историю. Первоначальное заселение степных

пространств юга Западной Сибири и Казахстана, а также расположенных южнее полупустынных и пустынных территорий произошло в период каргинского межледникового в мустьерскую эпоху, приходящуюся на первую половину позднего плейстоцена (Николаев, 1999). В дальнейшем (примерно 25 тысяч лет назад) в связи с наступлением очень сильного похолодания и аридизации в период сартанского оледенения северных районов Сибири мустьерскую культуру сменила культура позднего палеолита. В связи с исключительным иссушением, северная пустыня и полупустыня были покинуты травоядными животными и человеком. Во второй половине эпохи бронзы вследствие аридизации территории население вынуждено было сконцентрироваться в долинах достаточно крупных рек (Тобол, Ишим, Иртыш, Обь). Пастбищная дигрессия, вытаптывание, дефляция почв стали постоянными спутниками андроновской культуры землепользования из-за сокращения площади используемых земель и резкого увеличения антропогенных нагрузок в приречных зонах. Экологический кризис андроновского времени вынудил степные народы поздней бронзы - раннего железа сменить оседлое скотоводство кочевым. Переход к кочевому скотоводству датируется концом суббореального - началом субатлантического периодов голоцена. Вовлечение в пастбищный оборот новых земель на междуречных равнинах способствовало многократному увеличению поголовья скота, параллельно выросла и численность населения. Хотя с середины 1 тыс. до н.э. произошло ослабление засушливости степей, возросшие антропогенные нагрузки вели к деградации, а нередко к полному разрушению ландшафтов, особенно в южных, сухостепных районах. Особенно страдали псаммофитные степи, быстро разрушались песчано-оловые ландшафты. Новая вспышка дефляции привела к перестройке древнедунного рельефа, в сухой степи он приобрел бургисто-котловинный облик. Возникшее земледелие без правильных почвозащитных севооборотов быстро разрушало почвы и они теряли плодородие. Резко повысилась активность эрозионных процессов. Таким образом, такие понятия как опустынивание, дигрессия, дефляция, эрозия постоянно сопровождали человека при заселении степей.

В современный период, в 50- 60-е годы XX столетия было распахано более 20 млн. га новых земель. Всего через 5-7 лет бывшие целинные земли превратились в "пыльный котел", несколько миллионов гектаров земель подверглись дефляции. Пашня достигла сухих степей вплоть до границ с полупустыней. К настоящему времени равнины умеренно засушливых и степей распаханы до 90 %; сухие степи равнинных территорий распаханы на 50-60% (Рачковская, 1997). Оставшиеся в этих подзонах степные участки значительно трансформированы. В работе детально проанализированы изменения сообществ почвенных беспозвоночных по градиенту нарастания антропогенной нагрузки: пастбищная дигрессия - грунтовые дороги - распашка - залежи и агроценозы на юге сухих степей.

Изменения почвенной мезофауны при пастбищной дигрессии.

Увеличение пастбищной нагрузки приводит к снижению видового богатства и численности беспозвоночных на обследованных участках (рис. 8). Если в

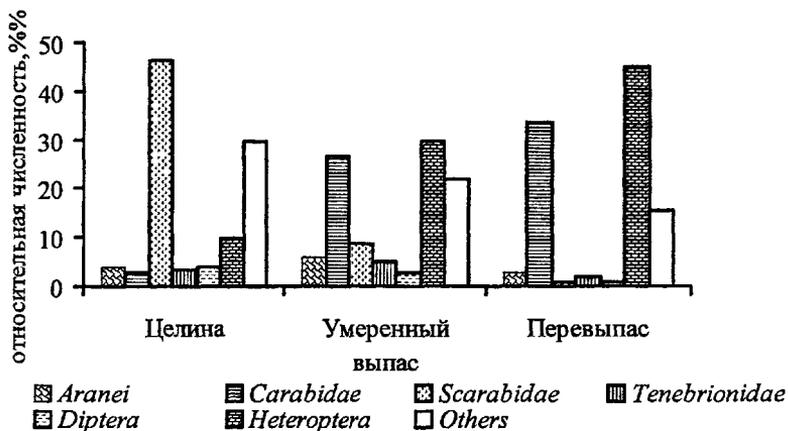


Рис. 8. Структурные изменения населения почвенных беспозвоночных при усилении пастбищной нагрузки в сухой степи. Северный Тургай

почвенно-зоологических пробах в целинной степи было зарегистрировано 62 вида беспозвоночных, при умеренном выпасе в таком же числе проб обнаружено только 38 видов (снижение в 1,6 раз) и 33 вида на участке перевыпаса (снижение в 2 раза по сравнению с целиной). На первой стадии уменьшается число мягкопокровных видов и видов с длительным периодом развития в личиночной стадии, в то же время повышается роль видов, предпочитающих более сухие условия обитания, и преимущественно обитающих жизненных форм. Доминирующие на целинном участке *Scarabaeidae* составляли 46,3 %, на участке с умеренным выпасом - 29,9 %, при перевыпасе - 0,8 % от общего числа беспозвоночных. В 30 пробах на целине было собрано 47 личинок *Amphimallon volgensis*, на участке с умеренным выпасом - 9 особей и только 1 личинка была собрана на перевыпасаемом участке. Снижение численности наблюдалось и среди других групп беспозвоночных: *Curculionidae*, *Diptera*, *Tenebrionidae* и некоторых других. В составе жуужелиц на участках выпаса и перевыпаса возросло относительное число ксерофильных и эврибионтных видов, появились пустынные виды (жуужелицы рода *Cymindis*, чернотелка *Platyscelis hypolithos*). В пастбищных экосистемах происходит коренная перестройка структурно-функциональной организации и обеднение животных сообществ.

Влияние дорожной дигрессии. Одним из факторов антропогенного опустынивания в равнинном Казахстане является дорожная дигрессия.

Нарушение степного биогеоценоза грунтовой дорогой в целом изменяло микроклиматические характеристики, значительно снижало видовое богатство и достоверно изменяло структурные характеристики животных сообществ, что выражалось в общем обеднении фауны, увеличении доли ксерофилов и изменении структуры доминирования.

Изменение состава и численности почвенных беспозвоночных при распашке. Немногие целинные виды приспособляются к существованию в условиях обработки почвы. При распашке псаммофитноразнотравно-ковыльной степи на темно-каштановых супесчаных почвах численность большинства видов и групп почвенных беспозвоночных снизилась: хлебного жука *Anisoplia desrticola* в 15 раз, чернотелок в 4 раза, хрущииков рода *Sericini* в 1,8 раз, личинок долгоносиков в 10,3 раза. Некоторые виды не изменили свою численность, а количество щелкунов возросло в 1,6 раза.

Залежи и агроценозы. Таксономическое разнообразие населения почвенных беспозвоночных молодых залежей снижается за счет выпадения из состава сообществ многих аборигенных степных видов, а численность населения выше, чем на целинных участках. На залежах ранних стадий (1-3 года) распределение почвенного населения более равномерное, что связано, по-видимому, с гомогенным сорным растительным покровом. С усложнением структуры фитоценозов на более старых залежах возрастает вариабельность почвенного населения, видовое разнообразие возрастает с одновременным снижением численности почвенных беспозвоночных. Отмечен более мезофильный характер населения беспозвоночных молодых залежей.

Район работ относится к зоне рискованного земледелия в связи с нестабильностью погодных условий, засухами, зимним выхолаживанием, расширением зернового клина за счет включения в пашню солонцовых, песчаных земель, супесей, эродированных и каменистых почв, недоучетом физико-химических свойств почвы. В агроценозах формируются обедненные сравнительно устойчивые животные сообщества из немногих адаптированных видов почвенной фауны. Влияние распашки почвы и сельскохозяйственного освоения на почвенные сообщества однозначно негативны и приводят их к быстрой деградации, замене полидоминантных сообществ на моно- и олигодоминантные, распространению эврибионтных и сорных видов.

При антропогенном опустынивании в условиях сухостепной зоны происходит ускоренное формирование упрощенных ксерофильных комплексов, устойчивых к дефициту влаги, засоленности почв. Увеличение засушливости усиливает ответные реакции биогеоценозов на антропогенное воздействие. В антропогенных ландшафтах процессы опустынивания усиливаются и интенсифицируются, что приводит к деградации экосистем и формированию неустойчивых и обедненных сообществ рудерально-пионерного типа, при этом антропогенные ландшафты служат вторичными центрами расселения пустынных и рудеральных элементов.

8 Проблемы диагностики опустынивания и сохранение биоразнообразия

Изменения среды обитания и ее фрагментация, произошедшие на обширной территории после освоения целины, привели к антропогенно стимулированным сукцессиям природных экосистем и закономерным изменениям в фауне и населении животных сообществ. С нарастанием засушливости условий местообитаний снижаются уровни численности и биомассы мезопедобионтов за счет сокращения в сообществах доли сапрофильных элементов. В опустыненных и антропогенно трансформированных сообществах наблюдается сужение спектра жизненных форм.

При опустынивании наиболее быстрые и заметные изменения происходят в экстразональных экосистемах северного типа. Индикатором опустынивания может служить инвазия видов пустынно-степного комплекса в лесные сообщества и увеличение их доли в зональных сообществах пустынно-степного экотона, а также изменение экологической стратегии видов и расширение их биотопического спектра.

Внедрение и расселение инвазийных видов в наибольшей степени влияет в случаях фрагментированной среды обитания и мелко мозаичной организации местных сообществ. Виды в замкнутых поселениях являются более уязвимыми к хищничеству или конкуренции со стороны видов-вселенцев. Увеличение фрагментации, деградация или разрушение среды обитания, наряду с другими угрозами, способствуют появлению новых экологических ниш для агрессивных или пластичных инвазийных видов, способных вызвать изменения аборигенных сообществ.

Установлено, что в населении пустынно-степного экотона заметно влияние таких южных групп беспозвоночных, как чернотелки, или пустынные жуличицы и другие виды пустынно-степного комплекса, которые вторгаются в несвойственные им обитания (чернотелки в лесных биотопах и повышенный процент пустынных видов в степных экосистемах) при повышении аридности местообитаний. Повышается доля ксерофильных и галофильных видов, появляются специализированные термофильные виды с адаптированными анатомо-физиологическими свойствами организмов и измененными поведенческими реакциями.

Предлагается использование следующих критериев для индикации процессов опустынивания:

- проникновение адвентивных видов;
- популяционные характеристики индикаторных видов;
- трофическая структура населения;
- анализ жизненных форм доминантных и эдификаторных видов;
- анализ структуры населения;
- биотопическая изменчивость видов;
- комплексный анализ фауны и видового разнообразия.

Опустынивание и аридизация условий среды обитания вызывают значительные изменения в видовом и экологическом составе населения почвообитающих беспозвоночных. В межзональных экотонах подвижки живых компонентов хорошо заметны в мозаичных экосистемах, где трансформации биоты идут быстрее, так как краевые популяции регулируются в основном под влиянием внешних факторов.

Фоновые и локальные изменения проявляются через внутробиотические перестройки, в результате которых происходят изменения фаунистического состава и структуры животных сообществ. Ранняя диагностика опустынивания и его глубины в целях поддержания популяций видов, определяющих структуру и функционирование биоценозов, будет способствовать сохранению биоразнообразия и устойчивости природных экосистем.

Выводы

1. В ландшафтах Северного Тургая выявлено около 1000 видов почвенных беспозвоночных, относящихся к 3 типам, 6 классам, 16 отрядам, 94 семействам. Более 60 видов беспозвоночных впервые указаны для региона, более половины впервые приведены для Наурзумского заповедника, 2 вида - новые для науки.

2. На пустынно-степном экотоне континентальной Азии формируются контрастные по видовому составу и фауногенезу видов почвенные сообщества, включающие широкий спектр локальных комплексов от лесных до пустынных. Фауна региона имеет степной облик. Большую роль в ее составе играют южные, среднеазиатские и средиземноморские формы, а также европейско-сибирские и транспалеарктические неморальные.

3. В ряду зональных степных экосистем высокая степень полидоминантности характерна для животных сообществ плакорных ковыльковых степей. Мезофитные луговые степи имели упрощенный видовой состав.

4. При нарастании аридности климата происходит расширение биотопического спектра пустынных видов и сообществ педобионтов пустынного типа со сдвигом границы их ареалов к северу в подзону сухих степей. Увеличивается доля ксерофильных и галофильных элементов.

5. В населении осиново-березовых лесов и свежих сосняков региона сохранились лесные элементы, тогда как в сухих сосняках происходит замена комплекса лесных педобионтов степными.

6. Почвенное население экстразональных лесных сообществ в засушливых условиях имеет упрощенную структуру и обедненный состав по сравнению с зональными за счет сокращения в сообществах доли сапрофильных элементов. Для ранней диагностики процессов

опустынивания в пустынно-степном экотоне особо показательными являются изменения сообществ в экстразональных лесных экосистемах северного типа.

7. В трофической структуре почвенного населения региона преобладают фитофаги и зоофаги (при общем незначительном числе сапрофагов), в населении герпетобия - фитосапрофаги, что указывает на переработку первичной продукции по пастбищной пищевой цепи.

8. С увеличением засушливости условий развиваются два противоположно направленных процесса - радиация пустынных видов и, сопряженная с нарастающей фрагментацией местообитаний, локализация мезофитного комплекса.

9. С повышением засушливости местообитаний возрастает амплитуда сезонных колебаний показателей обилия почвенных сообществ и снижается компенсаторная роль структуры сообществ при действии стрессовых факторов.

10. Индикатором опустынивания может служить инвазия видов пустынно-степного комплекса в лесные сообщества и увеличение их доли в зональных сообществах пустынно-степного экотона, а также изменение экологической стратегии видов - внедрение южных видов в нетипичные местообитания и расширение их спектра.

11. В антропогенных ландшафтах в субаридных и аридных условиях процессы опустынивания выражаются в формировании упрощенных и обедненных сообществ почвенных беспозвоночных рудерально-пионерного типа, при этом антропогенные ландшафты служат вторичными центрами расселения пустынных и рудеральных элементов.

Рассмотренные положения и результаты могут быть базовым элементом для разработки научно обоснованной системы управления природопользованием в сухостепной и пустынной зонах.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Брагина Т.М., Федоряк В.Е. Энтомофауна дерново-боровых почв Наурузума // Вестник с.-х. наук Казахстана. 1980, № 7. - С. 48-49.
2. Брагина Т.М. Почвенная мезофауна песчаной степи Наурузумского заповедника и ее изменение на однолетнем паре // Вопросы экологии животных. Информационные материалы Института экологии растений и животных (отчетная сессия зоологических лабораторий). Свердловск: ИЭРиЖ УНЦ АН СССР, 1982. - С. 6.
3. Брагина Т.М. Влияние градиента влажности почв Наурузумского заповедника на распределение и численность почвенной мезофауны // Областная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов «Экология, человек и проблемы охраны природы» (тез. докл., 1-3 марта). Свердловск, 1983. - С. 58.
4. Брагина Т.М. Почвенная энтомофауна Наурузумского бора // Фауна и экология насекомых Урала. Информационные материалы Института экологии растений и животных. Свердловск: ИЭРиЖ УНЦ АН СССР, 1983. - С. 7-8.
5. Брагина Т.М. Основные закономерности распределения и миграций корнегрызущих насекомых-вредителей лесных культур и меры борьбы с ними: Отчет о НИР (заключ.). ДЕП в ВНИЦентре. № 02.83.0019942, Москва: ВНИЦентр, 1983. - 74 с.
6. Брагина Т.М. Ведущие факторы в распределении почвенной мезофауны Наурузумского заповедника. // Областная конференция молодых ученых и специалистов «Научные основы охраны природы Урала и проблемы экологического мониторинга» (тез. докл., 2-4 апреля). Свердловск, 1985. - С. 7- 8.
7. Брагина Т.М. Экологические особенности распределения почвенной мезофауны Наурузумского заповедника (Кустанайская область) // IX Международный коллоквиум по почвенной зоологии. Москва, СССР, 16-20 авг., 1985. Тез. докл., Вильнюс, 1985. - С. 586.
8. Брагина Т.М. Охрана целинных степей в Наурузумском заповеднике // Организация заповедного дела. Алма-Ата: Кайнар, 1985. - С. 86 - 87.
9. Брагина Т.М. Насекомые-герпетобионты Наурузумского бора как компонент почвенной мезофауны. Отчет о НИР (закл.). ДЕП в ВНИЦентре, № 02.86.0041973, Москва: ВНИЦентр, 1986. - 54 с.
10. Брагина Т.М. Напочвенные беспозвоночные Наурузумского бора и вопросы охраны энтомофауны // Проблемы охраны генофонда и управления системами в заповедниках лесной зоны: Тез. докл. Всес. совещания (23-25 сент., 1986), М, 1986. - С. 34-36.
11. Брагина Т.М. Рекомендации по мерам борьбы с корнегрызущими насекомыми-вредителями лесных культур на песчаных почвах подзоны сухой степи. - Алма-Ата: Ktian, 1986. -28 с.
12. Брагина Т.М. Почвенная энтомофауна сосновых лесов Наурузумского заповедника // Экология и география членистоногих Сибири. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1987. - С. 29 - 30.
13. Брагина Т.М. Состав и вертикальные сезонные миграции почвенной мезофауны степей Северного Казахстана // Проблемы почвенной зоологии. Мат. докл. IX Всесоюзного совещания. Тбилиси: Мецниера, 1987. - С. 47 - 48.
14. Брагина Т.М. Структура, распределение и динамика почвенной мезофауны сухостепного Казахстана. Автореф. дисс. канд. биол. наук, Свердловск, 1987. - 22 с.
15. Брагина Т.М. Экологические особенности распределения почвенной мезофауны Наурузумского заповедника // Труды 9-го Международного коллоквиума по почвенной зоологии. Москва: Наука, 1988. - С. 284 - 286.
16. Брагина Т.М. Экологическая характеристика комплексов почвенных мезоартропод степей Северного Казахстана // Фауна и экология насекомых Урала,

Свердловск, 1988. - С. 6 - 7.

17. Брагина Т.М. К экологической структуре населения жуелиц Наурзумского заповедника // Экологические системы Урала: изучение, охрана и эксплуатация, тез. докл. научно-практ. школы-конф., Свердловск, 1988. - С. 9.

18. Брагина Т.М. К фауне пластинчатоусых жуков Наурзумского заповедника. // Насекомые в биогеоценозах Урала, Свердловск: УрО АН СССР, 1989. - С. 5 - 7.

19. Брагина Т.М. Экологическая структура жуелиц Наурзумского заповедника // Насекомые в биогеоценозах Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. - С. 8 - 9.

20. Брагина Т.М. Численность жесткокрылых в почвах Наурзумского заповедника // Всес. совещ. по пробл. кадастра и учета жив. мира. Тез. докл., ч. III, Уфа, 1989. - С. 103 — 105.

21. Брагина Т.М. Адаптивные изменения структуры почвенного населения в ряду сопряженных биотопов Наурзумского бора // Механизмы адаптации животных и растений к экстрем, факторам среды. Тез. 6-й научно-практической школы-семинара, Т. 1. Ростов-на-Дону, 1990.-С. 18.

22. Брагина Т.М. Состояние изученности беспозвоночных животных Наурзумского заповедника и проблемы охраны генофонда // Заповедники СССР. Их настоящее и будущее, Ч. 3, Новгород, 1990. - С. 26 - 28.

23. Брагина Т.М. Ревизия пластинчатоусых жуков Наурзумского заповедника // Успехи энтомол. в СССР: лесная энтомология. - Материалы X съезда ВЭО, Ленинград, 1990.-С. 23-24.

24. Брагина Т.М. Вредоносность корнегрызущих насекомых на культурах сосны Наурзумского заповедника // Проблемы восстановления Наурзумского бора (сборник научных трудов), Алма-Ата: Кайнар, 1991.-154-165.

25. Брагина Т.М. Почвенные насекомые-вредители Наурзумского бора // Проблемы восстановления Наурзумского бора (сборник научных трудов). Алма-Ата: Кайнар, 1991. - С. 127-153.

26. Брагина Т.М. Население почвенно-подстильных мезоартропод степей Наурзумского заповедника (Северный Казахстан) // Проблемы почвенной зоологии. Мат. докл. X Всес. совещ., Новосибирск, 1991. - С. 42.

27. Брагина Т.М. Эколого-фаунистический обзор напочвенных жесткокрылых (жуелицы, мертвоеды, пластинчатоусые, чернотелки) Наурзумского заповедника. Отчет о НИР (заключ.). Деп. в ВНИЦентре, № 02.91.0005847, 1991. - 83 с.

28. Брагина Т.М., Брагин Е.А., Зейнелова М.А., Таирбергенов Ю.А., Моисеев А.П. Летопись природы. 1986-1990 гг. Отчет о НИР (заключ.). Руководитель Т.М.Брагина. Деп. в ВНИЦентре, № 02.92.009513, М., 1992. - 254 с.

29. Брагина Т.М. Население почвенно-подстильных беспозвоночных мелколиственных лесов Наурзумского заповедника // Насекомые в биогеоценозах Урала. Екатеринбург: Наука, 1992. - С. 14 - 15.

30. Брагина Т.М. Состояние природных экосистем Наурзумского заповедника и его роль в пропаганде экологических знаний // О повышении роли природоохранных территорий, домов природы и краеведческих музеев в экологическом просвещении и воспитании населения, Алматы, 1993. - С. 60 - 64.

31. Брагина Т.М. Природные зоны // География Костанайской области. Учебное пособие. 4.1 Физическая география Кустанайской области. Кустанай: ОУСиА, 1993. - С. 23-26.

32. Брагина Т.М. Растительный мир Кустанайской области. Основные типы растительности. // География Кустанайской области. Учебное пособие. 4.1 Физическая география Костанайской области. Кустанай: ОУСиА, 1993. - С. 26 - 35.

33. Брагин Е.А., Брагина Т.М. Животный мир Кустанайской области // География Кустанайской области. Учебное пособие. 4.1 Физическая география Костанайской

области. Кустанай: ОУСиА, 1993. - С. 35 - 52.

34. Брагин Е.А., Брагина Т.М. Изменения животного мира области в связи с хозяйственной деятельностью человека. // География Кустанайской области. Учебное пособие. 4.1 Физическая география Кустанайской области. Кустанай: ОУСиА, 1993. - С. 52-56.

35. Брагин Е.А., Брагина Т.М. Охраняемые территории Кустанайской области. // География Кустанайской области. Учебное пособие. 4.1 Физическая география Кустанайской области. Кустанай: ОУСиА, 1993. - С. 56 - 61.

36. Брагина Т.М. Наурзумский государственный заповедник как научно-исследовательское учреждение. // Среда и жизнедеятельность. Кустанай: Кустанайский печатный двор, 1994. - С. 77 - 78.

37. Брагина Т.М. Структура населения почвенных беспозвоночных ковыльковых степей юга Кустанайской области. // Среда и жизнедеятельность, Кустанай: Кустанайский печатный двор, 1994. - С. 82 - 83.

38. Брагина Т.М., Брагин Е.А. Проблемы охраняемых территорий Кустанайской области. // Среда и жизнедеятельность. Кустанай: Кустанайский печатный двор, 1994. - С. 73 - 75.

39. Брагина Т.М. Структура почвенной мезофауны степных биоценозов сухостепного Казахстана. // Проблемы почвенной зоологии, Мат-лы докладов I Всероссийского совещания, Ростов-на-Дону, 1996. - С. 18-20.

40. Брагина Т.М., Брагин Е.А., Зейнелова, М.А. Летопись природы. 1981 -1985. Отчет о НИР (заключ.). Руководитель Брагина Т.М. Деп. в ВНИЦентре, № 02.87.0056777, 1987. - 207 с.

41. Брагина Т.М. Проблемы деградации степных экосистем под влиянием противопожарной опашки в условиях заповедного режима // Биологическое и ландшафтное разнообразие Казахстана (научные сообщения), Алматы: Министерство экологии и природных ресурсов РК, 1997. - С. 96 - 97.

42. Брагина Т.М., Брагин Е.А., Зейнелова М.А. Летопись природы Наурзумского заповедника. 1991 - 1995 гг. Отчет о НИР (заключ.). Руководитель Брагина Т.М. Деп. в КазгосИНТИ, № 0298РК00630, 1998. - 274 с.

43. Брагина Т.М. Закономерности трансформации сообществ животного населения почв при опустынивании. // Проблемы почвенной зоологии. Мат-лы II (XII) Всероссийского совещания по почвенной зоологии. 15-19 ноября 1999, Москва: Изд-во КМК, 1999.-С. 24-25.

44. Брагина Т.М. Анализ фауны и разнообразия населения мезопедобитонтов природных экосистем Северного Тургая (Казахстан) // Проблемы почвенной зоологии. Мат-лы II (XII) Всероссийского совещания по почвенной зоологии. 15-19 ноября 1999, Москва: Изд-во КМК, 1999. - С. 24 - 25.

45. Брагина Т.М. К фауне и экологии и муравьев (*Hymenoptera, Formicidae*) Наурзумского заповедника // J. Selevinia, 1998 - 1999. Almaty, 1999. -СIS- 79.

46. Огарь Н.П., Брагина Т.М. Трансформация экосистем и их компонентов: основные термины и понятия // Трансформация природных экосистем и их компонентов при опустынивании. Научный сборник. Алматы, 1999. - С. 28 - 32.

47. Рачковская Е.И., Брагина Т.М., Брагин Е.А., Евстифеев Ю.Г. Влияние распашки земель на растительный покров и животный мир Костанайской области // Трансформация природных экосистем и их компонентов при опустынивании. Научный сборник. Алматы, 1999.-С. 33-46.

48. Брагина Т.М. Закономерности трансформации сообществ животного населения почв (*Invertebratd*) при опустынивании // Трансформация природных экосистем и их компонентов при опустынивании. Научный сборник. Алматы, 1999. - С. 61 - 71.

49. Брагина Т.М. Краткий очерк истории освоения природных ресурсов и

традиционного землепользования в Казахстане // Трансформация природных экосистем и их компонентов при опустынивании. Научный сборник. Алматы, 1999. - С. 112-118.

50. Брагина Т.М. Влияние опустынивания на степные сообщества почвенных беспозвоночных // Труды второго международного симпозиума "Степи Северной Евразии": стратегия сохранения природного разнообразия и степного природопользования в 21 веке", Оренбург, 2000. - С. 90 - 91.

51. Брагина Т.М., Братин Е.А. Перспективы создания сети степных охраняемых территорий в регионе представительства Наурзумского государственного природного заповедника (Казахстан) // Труды второго международного симпозиума "Степи Северной Евразии": стратегия сохранения природного разнообразия и степного природопользования в 21 веке", Оренбург, 2000. - С. 92-93.

52. Брагина Т.М. Сообщества почвенно-подстилочных беспозвоночных равнинных степных боров Казахстана (Наурзумский заповедник) на крайнем юге распространения и вопросы почвообразования. Тез. докл. III съезда Докучаевского общества почвоведов, Кн. 2, Москва, 2000. - С. 72 - 73.

53. Брагина Т.М. Почвенно-зоологическое обследование лесов Наурзумского заповедника // Заповедное дело, науч.-метод. зап. комис. по заповед. делу. РАН, отделение обшей биологии, 2000, № 7. - С. 26 - 36.

54. Брагина Т.М. Некоторые аспекты трансформации почвенной фауны при опустынивании // Ж. Доклады НАН Республики Казахстан, 2001, № 2. - С. 71-75.

55. Брагина Т.М. Анализ фауны муравьев Наурзумского заповедника // Мат-лы XI Всерос. мирмеколог. Симпозиума, Пермь, 2001.- С. 131-133.

56. Брагина Т.М. Население муравьев мелколиственных островных лесов Тургайской ложбины в условиях сухой степи // Мат-лы XI Всерос. мирмеколог. симпозиума, Пермь, 2001. - С. 134 - 136.

57. Брагина Т.М. Степной Тургай (номинация объекта Всемирного наследия от Республики Казахстан) // Вестник «Зеленое спасение», вып. 14, Алматы, 2001. - С. 97 - 101.

58. Брагина Т.М. Наурзумскому заповеднику - 70 лет // Степной бюллетень, 2001, № 10.-С. 7-8.

59. Брагина Т.М. Наурзум в списке объектов Всемирного природного наследия от Республики Казахстан // Степной бюллетень, 2001, № 10. - С. 8 - 10.

60. Брагина Т.М. Животное население почв сосновых боров Наурзумского заповедника// Известия МОН РК - НАН РК. Серия биологическая и медицинская, Алматы, 2002, № 1 (229). - С. 3-11.

61. Брагина Т.М. Население почвенных беспозвоночных островных лесов сухостепного Казахстана // Биогеография почв. Тез. докл. междунар. конф. посвящ. 90-летию со дня рожд. акад. М.С. Гилярова, Сыктывкар, 2002.- С. 9.

62. Брагина Т.М. К фауне и населению чернотелок (*Coleoptera, Tenebrionidae*) Северного Тургая // XII съезд РЭО, Тез докл., С.-Петербург, 2002. - С. 48.

63. Брагина Т.М. Сравнительные исследования структуры животного населения почв целинных и залежных земель сухостепного Казахстана // Проблемы почв, зоологии. Мат-лы IV (XIII) Всероссийского совещания по почв, зоологии, посвященного 90-летию академика М.С. Гилярова, Москва, 2002. - С. 30-31.

64. Брагина Т.М. Фауна и почвенное население пластинчатоусых жуков (*Coleoptera, Scarabaeidae*) Наурзумского заповедника (Казахстан) // *Russian Entomol. J.*, 2002, № 11 (1). - С. 87-92.

65. Брагина Т.М. Международный семинар по вопросам сохранения биологического разнообразия и предотвращения деградации природных экосистем в Костанайской области // Степной бюл., 2003, № 13. - С. 56 - 57.

66. Брагина Т.М. Менеджмент и развитие Наурзумского и Коргалжынского

заповедников в рамках номинации на объект мирового наследия ЮНЕСКО // Степной бюлл., 2003, № 13. - С. 58 - 60.

67. Брагина Т.М. К изучению биологического разнообразия степных биогеоценозов Наурузмского заповедника на примере фауны почвенных беспозвоночных // Заповедное дело: проблемы охраны и экологической реставрации степных экосистем. Мат-лы международной конференции, Оренбург: Ин-т степи УрО РАН, 2004. - С. 76 - 77.

68. Брагина Т.М. Сохранение степных экосистем на примере расширения территории и создания экологического коридора между заповедными участками Наурузмского государственного природного заповедника // Заповедное дело: проблемы охраны и экологической реставрации степных экосистем. Мат-лы международной конференции, Оренбург: Ин-т степи УрО РАН, 2004. -СП - 78

69. Брагина Т.М. Трансформации животного населения почв сухостепного Казахстана под воздействием пастбищной и дорожной дигрессии // Известия АН Республики Таджикистан. Серия биологическая. 2004, № 1 (148). - С. 18-23.

70. Брагина Т.М. Влияние дорожной дигрессии на сообщества почвенных беспозвоночных в условиях сухих степей // Научная мысль Кавказа. Приложение, 2004, № 11. - С. 104-108.

71. Брагина Т.М. Структура сообществ почвенных беспозвоночных целинных и залежных земель в условиях степных плакоров Северного Тургая // Вестник КНУ им. Аль-Фараби, сер. экологическая, 2004, № 2 (15). - С. 25 - 28.

72. Брагина Т.М. Фауна и население пластинчатожуков (*Coleoptera, Scarabaeoidea*) степных экосистем Северного Тургая // Вестник КНУ им. Аль-Фараби, сер. биологическая, 2004, № 2 (23). - С. 39 - 45.

73. Брагина Т.М. Сравнительный анализ видового разнообразия животного населения почв степных биотопов Северного Тургая // Зоол. ж. (в печ.) - 15 с.

74. Брагина Т.М. Закономерности формирования сообществ беспозвоночных на залежных землях степного Казахстана // Докл. НАН РК, 2004, № 5 (в печ.) - 7 с.

75. Брагина Т.М. Сравнительный анализ населения почвенных беспозвоночных степей и залежей в подзоне умеренно-сухих степей Казахстана // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская, 2004. № 3 (в печ.) - 11 с.

76. Брагина Т.М. Изменения структуры сообществ почвенных беспозвоночных степей Северного Тургая по градиенту засушливости местообитаний // Проблемы освоения пустынь, 2004, № 4 (в печ.) - 10 с.

77. Брагина Т.М. Спектры жизненных форм жужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) Северного Тургая // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. 2004, № 4 (в печ.) - 11 с.

78. Bragina T. Climate for Conservation Uncertain in Kazakhstan // J. Surviving Together, Autumn, 1995. - PP. 58 - 59.

79. Bragin E., Bragina T.M. The Reserves of Kazakhstan - do they have a future? // J. Russian Conservation News, July, 1995. - PP. 5-6.

80. Bragina T. Aspect of Anthropogenic Desertification and the Realization of the CCD in Kazakhstan // J. The Circular on Desertification, Kenya, August, 1997, No. 18. - С 4 - 6.

81. Kovshar A.F., Rachkovskaya E.I, Bragina T.M., Rysakova N.E. Main priorities in biodiversity conservation activities // Biodiversity conservation of Kazakstan. Analysis of rescent situation and project portfolio (by editors Bragina T.M., Pereladova O.B.), Almaty, 1997.-PP. 31-32.

82. Kovshar A.F., Bragina T.M. Non-governmental conservation and scientific organizations // Biodiversity conservation of Kazakstan. Analysis of rescent situation and project portfolio (by editors Bragina T.M., Pereladova O.B.), Almaty, 1997.- P. 30.

83. Bragina T.M. Role of NGO in Support and Implementation of the UN Convention to Combat Desertification in the Central Asian Region // The Reports of the International

Conference on Combating Desertification. Science Printing. Bishkek: Niva, 1998. - PP. 118 — 120.

84. Bragina T.M. Soil macrofauna (*Invertebrates*) as indicators of land degradation: overgrazing effects in steppe Kazakhstan // J. "Selevinia", 1998-1999. Almaty, 1999. - C 72 - 74

85. Bragina T.M. Some aspects of soil invertebrate communities transformation under desertification // XIII colloquium of soil zoology, Check Republic, 1999. - P.7.

86. Bragina T.M. Transformation trends of soil animal communities (*Macrofauna*) under desertification // Biodiversity and dynamics of ecosystems in North Eurasia. Volume 4. Forest and soil ecosystems in North Eurasia. Part 2: Soil ecosystems of North Eurasia Novosibirsk, Russia, August 21-26, 2000 Novosibirsk: IC&G, 2000. - P. 34 -36.

87. Bragina T.M. Dynamics of soil invertebrates communities (*Macrofauna*) in island forests under semi-arid climate // Biodiversity and dynamics of ecosystems in North Eurasia. Volume 4. Forest and soil ecosystems in North Eurasia Part 1: Forest ecosystems of North Eurasia Novosibirsk: IC&G, 2000. - P. 179 - 181.

88. Bragina T.M. Soil invertebrates communities in island forests in dry steppe Kazakhstan // Soil biogeography. Intern Conference Abstracts. Syctyvkar, 2002. - PP. 146 - 147.

89. A. Sharkov, T. Katzner, and T. Bragina. A New Species of *Copidosoma* Ratzeburg (*Hymenoptera: Encyrtidae*) from Eagle Nests in Kazakhstan // J. HYM. RES., 2003, Vol 12(2). -PP.308-311.



Принято к исполнению 12/10/2004
Исполнено 12/10/2004

Заказ № 372
Тираж: 120 экз.

0 0 0 «11-й ФОРМАТ» ИНН 7726330900
Москва, Балаклавский пр-т, 20-2-93
(095) 747-64-70
(095) 318-40-68
[www autoreferat.ru](http://www.autoreferat.ru)

№ 19203

РНБ Русский фонд

2005-4

14549