

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ)

Е.Г. Незнамова, Н.Н. Несмелова

Методические указания по практическим занятиям

дисциплины «Экология животных»

Часть 2

Томск 2012

Практическая работа 5. Адаптации дождевого червя к среде обитания (2 часа, самостоятельная работа – 1 час.).

**Краткая теоретическая часть.** Систематическое положение объекта изучения: Тип Кольчатые Черви – ANNELIDA, Подтип Поясковые — CLITELLATA, Класс Малощетинковые – OLIGOCHAETA, Вид Дождевой червь – *Lumbricus terrestris*

Виды дождевых червей рода *Lumbricus* многочисленны в почвах, богатых гниющими растительными остатками: определяются с трудом, в основном по строению органов размножения. Часто встречающийся *Lumbricus terrestris* широко распространен в европейской части территории бывшего СССР. Этот вид часто обитает в парниках и огородах. Разные виды земляных червей по основным чертам строения близки между собой.

**Материал и оборудование.** Живой червь (для наблюдений), свежемороженый или фиксированный экземпляр червя (для вскрытия), препарат поперечного среза. Чашка с землей, препаровальная и ручная лупы, микроскоп, препаровальная ванночка, ножницы, скальпель, пинцет, две препаровальные иглы, булавки, предметное стекло, лист белой и лист фильтровальной бумаги.

1. Наблюдение. Червя можно положить в чашку с землей и несколько минут понаблюдать, как он зарывается в землю посредством перистальтических сокращений тела. Большую роль при внедрении переднего конца тела в почву играет раздвигание почвенных частиц путем вытягивания и расширения тела, а также щетинок. Вытаскивая червя из почвы, нужно приложить усилие, чтобы преодолеть сопротивление щетинок. Если стряхнуть с поверхности червя частицы почвы и положить его на лист фильтровальной бумаги, то можно услышать шорох, который издают щетинок при движении животного.

2. Внешнее строение. Знакомство с внешним строением лучше провести на подготовленном к вскрытию экземпляре. Червя вынимают из спирта, обсушивают фильтровальной бумагой и рассматривают на листе чистой бумаги под ручной лупой. Его сильно вытянутое тело состоит из большого числа сегментов (свыше 100), более длинных на переднем, заостренном конце. Окраска тела темно-красная или буроватая. Спинная сторона, особенно в передней части тела, окрашена интенсивнее брюшной, вдоль нее просвечивает через покровы красный спинной кровеносный сосуд. Головной конец лишен свойственных полихетам придатков, на туловищных сегментах отсутствуют пароподии. Это связано с роющим образом жизни дождевого червя. Простомииум (орган осязания и обоняния) у дождевого червя имеет вид маленькой лопасти и прикрывает со спины расположенное на брюшной стороне первого сегмента (перистомииума) ротовое отверстие. Тело заканчивается небольшой анальной лопастью (пигидиумом), несущей анальное отверстие. При надавливании на задний конец тела из анального отверстия выступает заполняющая полость кишечника земля. Все сегменты тела, кроме ротового сегмента, имеют по четыре пары щетинок – остатки пароподий предковых форм. В совокупности щетинок образуют четыре продольных ряда: два вдоль брюшной стороны и два по бокам тела. Их можно обнаружить на ощупь, проведя пальцем от заднего конца тела к переднему вдоль ряда щетинок, и рассмотреть под лупой. Головная и анальная лопасти – несегментированные части тела, щетинок не имеют.

Детали строения гермафродитного полового аппарата у разных видов дождевых червей сильно варьируют. Чаще всего объектом лабораторного изучения бывает *Lumbricus terrestris*, черты строения которого даны ниже. В передней части тела (32—37-й сегменты) на спинной стороне и боках заметно железистое утолщение покровов — пояска. Он выделяет слизь в период размножения червя. За ее счет образуется слизистая муфта, удерживающая червей во время спаривания, и формируется яйцевой кокон. На брюшной стороне 14-го сегмента под лупой можно увидеть пару маленьких округлых женских половых отверстий, а на 15-м - пару мужских половых отверстий в виде поперечных щелей.

**Задание:** выполнить рисунок внешнего строения дождевого червя. На рисунке следует указать: 1 - простомииум; 2 - перистомииум; 3 - боковой ряд щетинок; 4 - брюшной ряд щетинок; 5 - женское половое отверстие; б - мужское половое отверстие; 7 - пояска

3. Вскрытие и изучение анатомии. Умерщвленного червя положить в ванночку на брюшную сторону и приколоть к дну булавками за передний и задний концы, несколько растянув при этом тело. Если червь длинный, то вторую булавку можно вколоть в середине тела и вскрывать только переднюю половину. На переднем конце булавку следует воткнуть немного в сторону от средней линии тела, чтобы не повредить надглоточный нервный ганглий.

Ножницами делают небольшой надрез поперек тела в средней его части, а затем, введя конец ножниц в это отверстие, продолжают разрез в продольном направлении в оба конца тела (острие ножниц не следует вводить слишком глубоко в полость тела, чтобы не повредить кишечник). Поддерживая пинцетом стенку тела по краю разреза, подрезают скальпелем межсегментные перегородки — диссепименты, делящие полость тела на камеры; прикалывают стенку тела к дну ванночки булавками и заливают червя водой. В воде сегментация целома выступает очень отчетливо, расположение диссепиментов соответствует границам между сегментами на наружной поверхности тела. Знакомство с анатомией начинают с рассмотрения пищеварительной системы (рис. 1). Она сложно дифференцирована и состоит из отделов. В состав передней эктодермальной кишки входят глотка, пищевод, зоб и мускулистый желудок. Все эти отделы на вскрытом черве хорошо видны. Глотка — широкий начальный отдел кишечника. Под лупой видно, что к ее стенке прикрепляются многочисленные мускульные пучки, другими своими концами связанные со стенкой тела. Они обеспечивают глотательные движения глотки, выворачивание ее через рот наружу, например, для захвата листьев, и втягивание обратно. За глоткой следует узкий пищевод, а за ним расширенные зоб и мускульный желудок (потрогайте их иголкой — стенка зоба мягкая, мускульного желудка упругая). В мускульном желудке пища перетирается. За желудком начинается энтодермальная средняя кишка, тянущаяся до заднего конца тела, где она без резкой границы переходит в эктодермальную заднюю кишку. Стенки средней кишки покрыты желтой рыхлой хлорогеной тканью (видоизмененный перитонеальный эпителий целома, принимающий участие в процессах выделения). Над глоткой в ее начальном отделе виден парный надглоточный нервный ганглий — два сближенных беловатых узелка. Над спинной стенкой кишечника вдоль всего тела тянется спинной кровеносный сосуд, а в каждом сегменте от него отходят кольцевые сосуды, огибающие кишечник и соединяющие спинной сосуд с продольными кровеносными сосудами, расположенными на брюшной стороне тела (кровеносные сосуды могут быть замаскированы хлорогеной тканью, и тогда они плохо видны). В области пищевода кольцевые сосуды утолщены и образуют так называемые сердца. Стенки их обладают сократимостью. Пульсируя, сердца перегоняют кровь из спинного сосуда в брюшной, проходящий под кишечником. У *Lumbricus terrestris* таких сосудов пять. По сторонам от кишечника посегментно расположена пара выделительных органов — метанефридиев, имеющих вид беловатых петлеобразно изогнутых канальцев (рассматривать под лупой). Из органов гермафродитной половой системы хорошо видны только три пары семенных мешков, располагающихся по бокам от пищевода, в них происходит созревание сперматозоидов. Из других органов можно рассмотреть еще две пары семяприемников. Они имеют вид маленьких белых бугорков на стенках девятого и десятого сегментов. Остальные половые органы очень малы по размерам и трудны для рассмотрения. Отметим только, что у дождевого червя имеются две пары семенников и одна пара яичников. Приподняв семенные мешки, можно увидеть небольшие белые известковые железки, тесно прилегающие к пищеводу. Их функция — удаление карбонатов из крови. Считается также, что секрет этих желез, поступая в пищевод, нейтрализует гуминовые кислоты почвы, попадающие в кишечник вместе с пищей. Закончив знакомство с расположением внутренних органов, следует провести препаровку некоторых из них. Нужно перерезать кишечник в средней части и отвернуть заднюю его половину в сторону так, чтобы брюшная поверхность кишечника была обращена вверх. На разрезе хорошо видна обращенная внутрь кишечника складка его спинной стенки — тифлозоль. Значение тифлозоля — в увеличении переваривающей и всасывающей поверхности кишечника. Под кишечником в виде красной нити проходит брюшной кровеносный сосуд; на брюшной стенке тела — брюшная нервная цепочка,

имеющая вид белой нити. Под лупой видно, что последняя имеет в каждом сегменте утолщение — это пара сближенных нервных ганглиев. При препаровке вода в ванночке мутнеет, поэтому ее надо осторожно сменять.

Чтобы рассмотреть под микроскопом щетинки, надо приготовить специальный препарат. Для этого в средней части тела, где перерезан и отвернут в сторону кишечник, поперек всего кожно-мышечного мешка (стенки тела) нужно вырезать небольшой участок и поместить его на предметное стекло в каплю воды наружной стороной кверху. Препарат накрывают покровным стеклом, по возможности сплющивая объект, и рассматривают под малым увеличением микроскопа. В стенке тела хорошо видны границы между соседними сегментами. В каждом сегменте расположены четыре пары коротких щетинок, отодвинутые друг от друга. Две средних пары относятся к брюшным рядам щетинок, щетинки по сторонам от них входят в боковые ряды. Щетинки незначительно выдаются наружу из отверстий щетинконосных мешочков, основной своей частью они глубоко уходят в стенку тела.

Выполненная работа по вскрытию дождевого червя показывает, что кровеносная, выделительная и нервная системы кольчатых червей метамерны в их строении и расположении; метамерное строение характерно и для целома. Вскрытого дождевого червя следует зарисовать.

**Вопрос.** *Какие особенности строения червя можно считать адаптациями к роющему образу жизни и какие преимущества связаны с формированием каждой адаптации?*

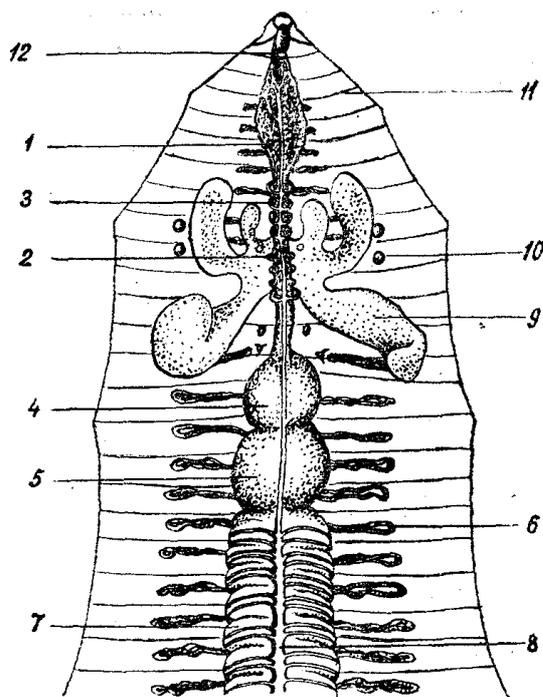


Рис. 1. Вскрытый дождевой червь: 1 – глотка; 2 – пищевод; 3 – кольцевые сосуды в области пищевода; 4 – зуб; 5 – мускульный желудок; 6 – метанефридий; 7 – кишечник; 8 – спинной кровеносный сосуд; 9 – семенной мешок; 10 – семяприемники; 11 – диссепименты; 12 – надглоточный ганглий.

## Практическая работа 6. Моделирование динамики численности популяции при неограниченных ресурсах (2 часа, самостоятельная работа –1 час.).

**Цель работы:** на примере моделирования динамики численности популяции в условиях неограниченных ресурсов получить навыки работы с математическими моделями.

**Теоретические сведения.** Популяция представляет собой целостную совокупность особей  $j$ -го вида организмов, населяющих определенную территорию в течение продолжительного времени и взаимодействующих с другими популяциями.

Для характеристики популяции используют следующие параметры: плотность численности ( $1/m^2$ ) ( $1/m^3$ ); удельная рождаемость ( $1/\text{время}$ ); удельная смертность ( $1/\text{время}$ ); плодовитость; удельная скорость изменения численности ( $1/\text{время}$ ); биотический потенциал вида ( $1/\text{время}$ ); показатель возрастного распределения; выживаемость, функции выживаемости; динамика численности во времени и в пространстве; генетическая приспособленность и др.

Для описания динамики популяции во времени используем математическое моделирование. Рассмотрим популяцию  $j$ -го вида живых организмов, которые размножаются в течение всего года. В качестве упрощения применим метод полного внутривидового агрегирования, согласно которому популяция состоит из некоторого числа особей и характеризуется плотностью числа особей ( $x_j$ ). При этом пренебрегаем различиями между полами и отдельными особями. Будем считать, что экологические ресурсы вида неограниченны.

Модель динамики численности популяции в общем виде выглядит следующим образом:  $dx_j/dt = B_j - D_j + I_j - E_j$ , где  $B_j$  – скорость размножения,  $D_j$  – гибели,  $I_j$  – иммиграции,  $E_j$  – эмиграции особей популяции.

Для простоты рассмотрим полностью изолированную популяцию, где  $I_j - E_j = 0$ . Тогда  $dx_j/dt = B_j - D_j$ , где  $B_j$  и  $D_j$  линейно зависят от плотности, то есть:  $B_j = b_j * x_j$ ;  $D_j = d_j * x_j$ .

Кроме того, на  $B_j$  и  $D_j$  влияют экзогенные факторы. При постоянстве этих факторов:  $dx_j/dt = (b_j - d_j) * x_j$ , где  $b_j$  – удельная рождаемость, а  $d_j$  – удельная смертность особей популяции.

Введем в модель параметр  $r_j = b_j - d_j$ , который отражает удельную скорость изменения численности популяции. Тогда  $dx_j/dt = r_j * x_j$ .

В результате интегрирования получим математическую модель, позволяющую определить плотность числа особей популяции в произвольный момент времени, зная исходную плотность ( $x_{j0}$ ), удельную скорость изменения численности ( $r_j$ ) и промежуток времени ( $t$ ), в течение которого происходит изменение численности:

$$x_j(t) = x_{j0} * \exp(r_j * t).$$

### Задание:

- с использованием персонального компьютера (пакет Excel) воспроизвести математическую модель динамики численности популяции в условиях неограниченных ресурсов, изучить возможности модели для оценки жизнеспособности популяции и прогнозирования ее численности;
- построить кривые роста численности популяций следующих видов: гидра ( $r=0,21$  сутки $^{-1}$ ), бразильский муравей ( $r=0,37$  месяц $^{-1}$ ), белохвостый олень ( $r=0,55$  год $^{-1}$ ); дикий северный олень ( $r=0,19$  год $^{-1}$ );
- на остров площадью 10 км $^2$  завезены короткохвостые полевки в количестве 10 особей. С помощью модели динамики численности популяции в условиях неограниченных ресурсов рассчитать, через сколько месяцев плотность вида превысит значение 1 особь/м $^2$  ( $r=4,56$  год $^{-1}$ ). Сколько особей достаточно выпустить на остров, чтобы это значение было достигнуто за 12 месяцев?
- экспериментируя с моделью, выяснить, от чего зависит динамика численности популяции в условиях неограниченных ресурсов, при каких условиях будет наблюдаться рост численности, снижение численности, стабильная численность популяции;

- составить отчет, включающий: конспективное изложение теоретической части, описание модели, графики роста численности популяций конкретных видов, решение задачи, выводы по результатам экспериментов с моделью.

### Практическая работа 7. Моделирование популяции с дискретным размножением при ограниченной емкости окружающей среды

(2 часа, самостоятельная работа – 2 час.).

«Не только в науке, но и в повседневной политической и экономической жизни мы делали бы меньше ошибок, если бы большинство людей осознало тот факт, что простые нелинейные системы не обязательно обладают простыми динамическими свойствами». Роберт Мэй, эколог.

**Цель работы:** на примере моделирования динамики численности популяции с дискретным размножением при ограниченной емкости окружающей среды исследовать поведение простой детерминированной нелинейной модели динамической системы.

**Теоретические сведения.** Большинство явлений природы по сути своей нелинейны. Основные понятия теории нелинейных явлений можно изучить на примере задачи из области теоретической экологии.

Многие биологические системы состоят из одного поколения, которое не перекрывается ни с предыдущим, ни с последующим. В качестве примера можно представить остров с популяцией насекомых, которые откладывают яйца летом, а на следующее лето выводятся новые особи. Поскольку процесс развития такой популяции дискретен, более уместно описывать развитие популяции разностными, а не дифференциальными уравнениями. Простейшая модель записывается в виде:

$$P_{n+1} = a * P_n$$

где  $a$  – константа.

Если  $a > 1$ , то плотность каждого поколения будет в  $a$  раз больше, чем предыдущего. Это приводит к геометрическому росту и, в конце концов, к неограниченной численности популяции. Более реалистичная модель должна учитывать емкость окружающей среды, прирост численности в такой модели должен зависеть от плотности популяции предыдущего поколения.

$$P_{n+1} = a * P_n - b * P_n^2 = P_n * (a - b * P_n)$$

В этой модели  $a * P_n$  – естественный прирост популяции, а  $b * P_n^2$  – уменьшения прироста за счет действия механизмов регуляции численности (например, из-за ограниченности пищевой базы или распространения болезней в результате перенаселения).

Проведя несложные преобразования, модель можно привести к более удобному виду:

$$X_{n+1} = 4 * r * X_n * (1 - X_n)$$

где  $r$  – параметр скорости роста популяции.

Преимущество данной модели в том, что ее поведение определяется единственным параметром  $r$ , который можно изменять, чтобы исследовать свойства модели. Изменения  $r$  и  $X_n$  должны оставаться в пределах от 0 до 1, чтобы  $X_{n+1}$  не стало отрицательным. Поскольку полученная функция переводит одну точку отрезка в другую точку того же самого отрезка (от 0 до 1), такая функция называется одномерным отображением. Последовательность значений  $X$  называется траекторией или орбитой отображения.

#### Задание:

1. С использованием персонального компьютера (пакет Excel) воспроизвести модель динамики популяции с дискретным размножением при ограниченной емкости среды. Изучить поведение модели при  $r=0,1$ ; при  $r=0,6$ ; при  $r=0,8$ ; при  $r=0,9$ . Построить графики динамики численности популяций для 16 последовательных поколений. Качественно охарактеризовать динамику численности каждой популяции. Какие этапы можно выделить на большинстве графиков? Выделите области переходного и установившегося режимов.

2. Изучите динамическое поведение модели при  $r=0,2$  и при  $r=0,24$  при разных исходных значениях  $X$ . Покажите, что  $x=0$  является устойчивой неподвижной точкой. При малых значениях  $r$  значения функции сходятся к 0 независимо от начального значения.
3. Изучите поведение модели при  $r=0,26$ ;  $r=0,5$ ;  $r=0,7$ . Сходится ли процесс к  $x=0$ ? Покажите, что через много поколений значения  $X$  постоянны, то есть динамический режим является стационарным и имеет период равный 1. Зависят ли значения  $X$  в стационарном режиме от начальных значений?
4. Изучите поведение модели при  $r=0,76$ ;  $r=0,8$ ;  $r=0,86$ . Покажите, что если  $r>0,75$ , то после переходного режима  $X$  колеблется между двумя значениями, то есть вместо одной неподвижной точки имеется устойчивый цикл с периодом 2. Значения, которые принимает  $X$ , образуют устойчивый аттрактор с периодом 2. Определите с точностью до 0,01 точку бифуркации, то есть значение  $r$ , при котором происходит разделение единственной устойчивой точки на две.
5. Область значений  $r>0,893$  называется хаотическим режимом, при котором две близкие начальные точки разбегаются по разным траекториям после небольшого числа итераций. В качестве примера возьмите начальные точки  $X=0,500$  и  $X=0,501$ . Через сколько поколений численность популяций будет различаться более чем на 10%?
6. Отчет по работе должен включать: конспективное изложение теории, описание модели, графики роста численности популяций при разных значениях параметров, выводы по результатам экспериментов с моделью.

### Практическая работа 8. Развитие механизмов адаптации у млекопитающих (на примере крысы)

(2 часа, самостоятельная работа –1 час.).

**Цель работы:** Изучить комплекс механизмов адаптации млекопитающих, способствующих расширению их экологических ниш и ареалов

**Задание:** 1. Рассмотрите препарат «Серая крыса: внутреннее строение млекопитающих».

Отметьте местоположение отдельных органов. Зарисуйте схему.

2. Ответьте на вопросы:
  - 2.1. Какие прогрессивные морфологические черты свойственны млекопитающим?
  - 2.2. Определите величину ареала Серой крысы.
  - 2.3. Какие черты строения, этологии этого вида способствовали его расширению.
  - 2.4. Какую роль в поддержании целостности ареала играют социальная организация и синантропизация этого вида?

**Источник необходимой информации:** Интернет. **Ключевые слова:** Серая крыса. Ареал.

### Практическая работа 9. Животный мир Томской области

(по материалам Томского краеведческого музея)

**Цель работы:** Знакомство с животным миром Томской области (экологический и природоохранный аспекты)

Материалом для выполнения работы служит экспозиция Томского Краеведческого музея «Животный мир Томской области».

**Теоретическая часть:** Одним из таксидермистов Шастаковским, в начале XX века был основан «Отдел природы» в Краеведческом музее. Благодаря ему, его коллегам, а также жителям города, приносившим чучела в дар, на сегодняшний день в музее накопилось более 200 видов представителей фауны Томской области: это и птицы, и млекопитающие, и амфибии, и рептилии.

Все представители фауны расположены в музее в строгом порядке по видам, отрядам, классам и ареалам обитания. Наибольший интерес из них, конечно, представляют редкие животные, обитающие в области и занесенные в Красную книгу.

Выставка располагается в двух больших залах, где круглосуточно поддерживаются на

определенном уровне влажность и затемненный свет. В этом царстве животных почти все как в жизни: медвежонок сидит на бревне, большущий филин держит в когтях мышонка, а тетерев роется возле дерева. Многие из этих экспонатов очень древние. Так, например, краснозобой казарке (самый маленький гусь, бывающий в нашей области только в период эмиграции) насчитывается уже более 120 лет.

**Задание:** В процессе посещения музея составить список охраняемых видов, массовых видов, промысловых видов Томской области. Указать причины исчезновения или широкого распространения вида, цель промысла. Составить отчет в виде трех таблиц по каждой из обсуждаемых групп (колонки таблицы: название вида; местообитание; причины исчезновения (высокой численности; цель и объемы промысла).

### **Семинар 1. Взаимосвязи человека и животных**

Рассматриваемые вопросы: 1. Определение области взаимосвязей человека и животных.

Построение общей схемы

2. Продовольственный аспект взаимодействий
3. Промышленный аспект взаимодействий
4. Эпидемиологический аспект взаимодействий
5. Социальный аспект взаимодействий
6. Проблема акклиматизации, интродукции, непреднамеренного расселения
7. Синантропные виды
8. Проблемы сельского хозяйства и искусственной модификации генофонда животных
9. Зоопарки и особенности экологии животных зоопарков
10. Причины исчезновения видов

Литература:

- 1 Шилов И. А. Экология: Учебник для вузов. -М.: Высшая школа, 2003. - 511 с.
- 2 Потапов И.В. Зоология с основами экологии животных. – М.: Academia, 2001. – 291 с.

### **Семинар 2. Экология крупных млекопитающих**

Семинарское занятие предусматривает выступление студентов с сообщениями, касающимися экологических особенностей крупных млекопитающих. Сообщение должно охватить следующие аспекты экологии млекопитающих: биотопическую приуроченность, особенности размножения, существование вида в популяционном аспекте, численность и перспективы развития вида, этологические черты. Обязательно определение таксономической принадлежности вида, места в трофической цепочке.

Материалом для сообщения могут служить Интернет- ресурсы, фильмы ВВС, научная и научно-популярная литература.

По окончании чтения сообщений проводится игра «Узнай животное». Группа делится на

команды, составляющие по два-четыре вопроса, касающихся экологии определенного животного, предъявляют эти вопросы другим командам. Выигравшей считается команда, узнавшая наибольшее число животных по наименьшему количеству вопросов. Каждый студент составляет краткий конспект по экологии трех-пяти видов животных.

### **Семинар 3. Экология мелких млекопитающих**

**Задание:** Прочитать текст. Выполнить конспект, определить ярусы фитоценозов, населенных мелкими млекопитающими. Обсудить роль мелких млекопитающих в трофических цепях, как преобразователей среды, отметить возможности контактов с человеком.

Мелкие млекопитающие, в силу своей широкой распространенности, являются непременным компонентом каждой экосистемы и, составляя основу трофической пирамиды, участвуют в процессах, обуславливающих такие важные свойства экосистем, как продуктивность и стабильность. Благодаря высокой численности, видовому разнообразию и экологической лабильности, животные этой группы проявляют наиболее рельефные популяционные реакции на разнообразные формы антропогенных воздействий. Известно также, что упрощение структуры экосистем, связанное с колебаниями климата и накоплением токсичных отходов, приводит к быстрым изменениям численности мелких травоядных животных. Поэтому мелкие млекопитающие могут рассматриваться в качестве удобной биологической модели для комплексного изучения влияния человека на природные системы, разработки методов биоиндикации при оценке направлений и масштабов процессов антропогенной трансформации биогеоценозов.

Своеобразие сообществ каждой из групп организмов

Зооценозы - сообщества животных (на примере мелких млекопитающих).

Причины использования мелких млекопитающих в качестве модельных объектов:

1. Мелкие млекопитающие, в силу своей широкой распространенности, являются непременным компонентом каждой экосистемы и, составляя основу трофической пирамиды, участвуют в процессах, обуславливающих такие важные свойства экосистем, как продуктивность и стабильность. Благодаря высокой численности, видовому разнообразию и экологической лабильности, животные этой группы проявляют наиболее рельефные популяционные реакции на разнообразные формы антропогенных воздействий. Известно также, что упрощение структуры экосистем, связанное с колебаниями климата и накоплением токсичных отходов, приводит к быстрым изменениям численности мелких травоядных животных (Вудвелл Дж., 1972). Поэтому мелкие млекопитающие могут рассматриваться в качестве удобной биологической модели для комплексного изучения

влияния человека на природные системы, разработки методов биоиндикации при оценке направлений и масштабов процессов антропогенной трансформации биогеоценозов.

Вместе с тем, экологический анализ населения мелких млекопитающих таежной зоны представляет самостоятельный интерес, особенно в связи с эпидемиологическим, лесохозяйственным, сельскохозяйственным значением этих животных и их тесными трофическими связями с ценными объектами пушного промысла.

Объединение в группу мелких млекопитающих представителей отрядов грызунов и насекомоядных вполне оправдано общностью многих параметров занимаемых ими экологических ниш.

#### Распределение экологического пространства между видами

Экологическое пространство, осваиваемое сообществом мелких млекопитающих, находится в пределах нескольких биогеоценологических горизонтов, входящих в состав почти всех биогеоценозов биогеоценоза: почвенного, напочвенного, надпочвенного. Локализуясь преимущественно в напочвенном ярусе, мелкие млекопитающие, при определенной толщине подстилочного слоя, обеспечиваются преимуществами при резких сменах погодных условий: напочвенных заморозков или перегреве почвы, экстремальных метеоявлениях. Использование смежных с напочвенным ярусом биогоризонтов – лишайниково-мохового, травяно-кустарничкового, кустарничкового обеспечивает животным кормовую базу, а проникновение в почвенный горизонт - создает для ряда видов дополнительные условия для переживания неблагоприятных периодов.

Согласно концепции биологического сообщества, популяции живых организмов не разбросаны случайным образом, а образуют организованные системы. Следовательно, среди мелких млекопитающих существует эволюционно сформировавшееся распределение по освоению трофической, топической, хронологической составляющих занимаемого ими экологического пространства. Так, среди мелких млекопитающих существуют роющие, минирующие, неспособные к рытью формы. К первым относятся, прежде всего, алтайский крот, алтайский сурок, хомяк обыкновенный, алтайский цокор. Эти животные преимущественно локализуются в нижних почвенных биогоризонтах – подгумусовом и подпочвенном. Для них характерно создание глубоко залегающих (до 3 метров вглубь) нор с хорошо развитой системой ходов. Менее глубокие, приуроченные к аккумулятивно-гумусовому и подгумусовому горизонтам, но также сложные норы обустроивает осенью водяные, узкочерепные полевки. Обыкновенные полевки роют неглубокие, малоразветвленные норы, приуроченные к пням, кустарникам. Использование роющими животными почвенного биогеоценоза связано не только с созданием убежищ, но и с поиском

корма, каковым являются подземные части растений и беспозвоночные, обитающие здесь. В стратобии – подстилочном слое - проводят большую часть жизненного цикла землеройковые, в поисках животного корма осуществляющие его постоянное минирование, создающие примитивные, недолговечные ходы. Подобная схема добычи пропитания время от времени используется и грызунами – консументами 2-го порядка, например, лесной мышовкой и миксотрофами - полевой мышью, рыжей полевкой. Надпочвенный биогеоценоз: лишайниково-моховой (гипофитобий) травяно-кустарничковый (хортобий), кустарниковый (тамнобий), и даже стволовой (дендробий 2) биогеоценозы используются преимущественно зеленоядными и семеноядными формами мелких млекопитающих – лесными и серыми полевками, всеми видами мышей, бурундуком, сурком, хомяком. Известна способность некоторых видов грызунов - полевых мышей, рыжих полевок лазать по деревьям с целью добычи плодов.

Многоярусное распределение животных обеспечивает наиболее полное освоение пространства. Многие виды, в зависимости от конкретной обстановки способны по-разному обустраивать свое жилище. Рыжая полевка не роет нор, но может селиться как в естественных пустотах пней, стволов, поваленных деревьев – заселяя, надземный и наземный биогеоценозы, также в простых норах, проникая, таким образом, неглубоко в почву. Часто устраивают подснежные гнезда в напочвенном биогеоценозе полевка-экономка, обитающие в наземных гнездах, построенных среди травы или осоковых кочек, темная полевка, полевая мышь. Летние гнезда хорошо лазящей мыши-малютки располагаются в травяно-кустарничковом ярусе, возвышаясь до одного метра над землей. Зимой этот зверек перебирается в скирды, копны.

Необходимо отметить, что норы, гнезда – это местообитания многочисленных беспозвоночных, сосуществующих и даже эволюционирующих совместно с рассматриваемой группой. Кроме того, норы роющих видов – это сохраняющиеся от нескольких месяцев до десятков и даже сотен лет структуры, используемые как пути проникновения в глубокие слои почвы корнями растений, влияющие на аэрацию почвы и процессы перемещения почвенной влаги.

Использование грызунами горизонтального напочвенного пространства связано не только с пищевым, но микроклиматическим преферентом землероек и грызунов. Немногие виды могут претендовать на статус эвритопных. Из мелких млекопитающих лесных сообществ Томского Приобья эвритопным видом может считаться, пожалуй, только обыкновенная бурозубка. Горизонтальное распределение пространства напочвенного слоя мелкими млекопитающими обуславливается преимущественно степенью его затененности, захламенности и влажности. Известно, что типично таежные виды, такие как красная,

красно-серая, темная полевки, азиатская лесная мышь отдают предпочтение затененным местообитаниям. Обыкновенная, рыжая полевки, полевка-экономка, мышь-малютка, узкочерепная полевка, полевая мышь тяготеют к осветленным пространствам.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что в пространственном распределении млекопитающих важную роль играет даже слабо выраженная мозаичность биотопа, которая обуславливает разнообразие топических и трофических составляющих местообитаний отдельных видов. Это обеспечивает, даже при частичном перекрытии экологических ниш, своеобразие условий существования каждого вида. Например, обитающие совместно в пойменном лиственном лесу три вида лесных полевок частично расходятся в пространстве следующим образом: красная полевка предпочитает местообитания с сильно развитым кустарниковым поясом, значительной захламленностью и слабо развитым травостоем. Рыжая полевка более приурочена к осветленным местообитаниям с обильным травостоем и хорошо развитой подстилкой из травяной ветоши. Красно-серая полевка заселяет высокоствольные, крупнотравные участки леса со слабо развитым кустарниковым поясом и хорошо выраженной захламленностью. Эти три вида различаются так же по составу преобладающего корма: красная полевка является более выраженным семеноядом, рыжая сочетает семена и зеленые корма, красно-серая предпочитает сочный зеленый корм.

Возвращаясь к трофическим связям в сообществе мелких млекопитающих, хотелось бы отметить их широту и лабильность. Пищевыми объектами грызунов и насекомоядных служат вегетативные, генеративные части растений, насекомые и другие беспозвоночные. При существующем разделении животных на семеноядов, зеленоядов, хищников нельзя однозначно относиться к этому распределению. Все виды в какой-то степени являются миксотрофными. Для сообщества мелких млекопитающих свойственна сезонная перестройка пищевых цепей. Так, например, насекомоядные в зимний период способны переключаются на растительные объекты, поскольку находящиеся в укрытиях насекомые становятся труднодоступным видом корма. Если серые полевки в период вегетации являются преимущественно зеленоядными формами, то лишенные в другое время года основного вида корма, они переходят на питание сохранившимися с осени семенами трав, деревьев. В начале вегетационного периода, когда объемы вновь появившейся фитомассы невелики, вышедшие из состояния зимнего оцепенения беспозвоночные также могут стать объектами добычи грызунов.

Мелким млекопитающим свойственны сезонные изменения активности, места и образа жизни. Часть видов животных впадает в зимнюю спячку. Это сурок, бурундук, лесная мышовка, обыкновенный хомяк. Некоторые виды переселяются к человеческому жилью –

рыжие полевки, домовые мыши (если на лето они выселялись в соседние биотопы), полевая мышь. Многие виды поселяются в зимний период в стогах сена, скирдах соломы, находя там корм и защиту от неблагоприятных погодных условий. Интересны случаи образования коллективных скоплений, включающих особей разных видов (по устному сообщению Н.С. Москвитиной).

Важно отметить, что грызуны, являясь преимущественно растительноядными животными, сами, в свою очередь, служат объектами питания для хищников. Менее охотно хищники поедают землероек из-за их специфического запаха. Тем не менее, землеройки служат для них своеобразным резервным запасом пищи. Более значимы эти животные как консументы второго порядка. Расчеты потребления землеройковыми биомассы беспозвоночных верхних слоев почвы и лесной подстилки показывают, что в Западной Сибири их изымается за год 132-264 кг/га. Следовательно, насекомоядные осуществляют контроль за населением беспозвоночных в лесном биоценозе, препятствуя росту численности вредителей.

Сложные территориально-топические отношения мелких млекопитающих формируются и поддерживаются как на основе индивидуальных сигналов отдельных особей, производимых с целью реализации непосредственных контактов (звуковые, визуальные, запаховые сигналы), так и сопровождающих процессы их жизнедеятельности – «попутных» форм информации (следы, тропы, погрызы, норы, гнезда, фекалии). Вся сумма информации образует в местах постоянного обитания животных биологическое сигнальное поле, служащее мощным стимулом реализации интеграционного поведения с целью регуляции как внутри-, так и межвидовых отношений. Считается, что в сообществе постоянно присутствуют два информационных канала. Один из них проводит сигналы среди особей, принадлежащих к одному виду. Другой является каналом межвидового общения. Таким образом, каждое животное, включенное в сообщество, постоянно идентифицирует информацию о присутствии особей как своего, так и других видов и в соответствии с ней корректирует свои поведенческие, физиологические реакции. Существует мнение, что целостность сообщества поддерживается системой эволюционно сложившихся, прежде всего, информационных связей.

Необходимо подчеркнуть различия между употребляемыми иногда в качестве синонимов сообщества терминами «ассоциация» и «гильдия».

Ассоциация – растительная, основная единица классификации растительного покрова, представляющая собой совокупность однородных фитоценозов со сходными структурой, видовым составом и взаимоотношениями как между растениями, так между ними и средой.

Гильдия – термин применяется по большей части к животному населению. Объединяет очень сходную экологически группировку видов, тесно связанных между собой своими экологическими нишами. Часто относящихся к одному отряду и даже роду. Например, гильдия бурозубок, гильдия грызунов.