

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)

Общая экология с основами экологии организмов

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для подготовки бакалавров по направлению
05.03.06 - «Экология и природопользование»

Разработчик: доцент кафедры РЭТЭМ
Е.Г.Незнамова

Томск 2017

Оглавление

| | |
|--|----|
| Лабораторная работа 1. Расчет природных циклов популяций в зависимости от воздействия на них биотических факторов | 3 |
| Лабораторная работа 2. Характеристика фитоценоза и экологического состояния рекреационной зоны городской территории | 5 |
| Лабораторная работа 3. Расчет основных показателей сообщества | 7 |
| Лабораторная работа 4. Орографический фактор и его влияние на распространение растений | 14 |

Лабораторная работа 1. Расчет природных циклов популяций в зависимости от воздействия на них биотических факторов

Определение характера популяционных циклов динамики численности белки в зависимости от обеспеченности кормовыми ресурсами (семена кедровой сосны).

Краткая теоретическая часть. В общем, факторы, оказывающие воздействие на динамику численности популяций, разделяют на *зависимые* и *независимые* от плотности самой популяции.

К зависимым от плотности факторам относятся различные формы межвидовых и внутривидовых отношений. Сводятся эти отношения к борьбе за тот или иной ресурс.

Общий принцип действия плотностно-зависимых факторов – принцип отрицательной обратной связи.

Ситуация, когда увеличение первой величины (плотности, численности) вызывает рост второй величины (силы воздействия фактора), а этот рост, в свою очередь, приводит к уменьшению первой величины, называется действием по принципу отрицательной обратной связи. Например, по пищевым ресурсам: при росте плотности популяции снижается обеспеченность ее особей пищей. Следовательно, снижается плодовитость, что предотвращает дальнейший рост численности популяции.

Эти факторы (пищевой, топический ресурсы) действуют на уровне как внутривидовых так и межвидовых отношений.

Задание: 1 Ознакомиться с понятием «динамика численности» и факторами, ее определяющими. Определить тип динамики численности предлагаемого объекта изучения — белки (по Северцову). Выполнить конспект в теоретической части работы.

2 Рассмотреть жизненный цикл и особенности питания белки. Выполнить конспект в теоретической части работы.

3 Составить по таблице 1 график динамики численности белки и построить гистограмму изменения урожайности кедровой сосны.

4 Рассмотреть закономерности динамики численности белки в зависимости от обеспеченности кормовыми ресурсами.

5 Ответить на вопросы в письменном виде, поместив их в отчет по работе.

Таблица 1 Величина заготовок маньчжурской белки (в условных единицах) и урожая кедра (в баллах) за 25 последовательных лет.

| Последовательность лет | Величина заготовки | Урожай семян кедра | Последовательность лет | Величина заготовки | Урожай семян кедра |
|------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 1,3 | 5 | 14 | 28,5 | 1 |
| 2 | 31,6 | 4 | 15 | 0,6 | 1 |
| 3 | 3,7 | 0 | 16 | 21,9 | 2 |
| 4 | 27,4 | 3 | 17 | 21,7 | 3 |
| 5 | 25,4 | 2 | 18 | 40,6 | 2 |
| 6 | 1,7 | 0 | 19 | 26,1 | 3 |
| 7 | 2,7 | 3 | 20 | 61,5 | 0 |
| 8 | 36,6 | 1 | 21 | 10,4 | 1 |
| 9 | 0,6 | 0 | 22 | 18,8 | 5 |
| 10 | 6,3 | 5 | 23 | 144,4 | 3 |
| 11 | 94,8 | 1 | 24 | 33,2 | 0 |
| 12 | 20,7 | 2 | 25 | 17,4 | 3 |
| 13 | 67,9 | 4 | | | |

Вопросы:

1.Совпадают ли годы высокого урожая ореха с годами массового размножения белок?

2.Какая закономерность выявляется в системе «консумент – кормовой

ресурс»?

3. Каков размах изменчивости заготовок белки за исследуемый период?
4. Каковы среднегодовые показатели заготовок белки за 10 лет?
5. Каков средний период между сроками массового размножения белки?
6. С какой вероятностью и на каком основании можно планировать объем заготовок пушнины белки на 10 лет?
7. Определите роль белки в экосистеме по отношению к смежным с ней трофическим уровням.
8. Укажите другие абиотические, биотические факторы, способные повлиять на численность белки

Лабораторная работа 2. Характеристика фитоценоза и экологического состояния рекреационной зоны городской территории

Краткая теоретическая часть: Зеленые зоны городов представляют огромную ценность для жителей урбанизированных территорий. С одной стороны, это поставщики кислорода, регуляторы микроклимата, с другой - это места отдыха горожан. Городские фитоценозы, как правило, имеют своеобразный видовой состав, определяемый не только климатическими особенностями местности, но и характером, степенью антропогенного воздействия, присущего данной территории.

Задание: Работа выполняется группой студентов по 3-5 человек. Необходимо посетить одну из зеленых зон города, по предложенной схеме выполнив описание фитоценоза и экологического состояния биотопа.

Схема описания:

1. Древесный ярус: породный состав, примерная высота деревьев, равномерность распределения, сомкнутость крон, (%). Наличие или отсутствие подроста - молодых деревьев. Отметить породный состав подроста. Отметить наличие пней, рассмотреть - спилены они или возникли естественным путем. Определить захламленность валежником.

2. Кустарниковый ярус. Наличие - отсутствие. Высота, породный состав,

равномерность распределения, сомкнутость крон, (%), равномерность распределения, средняя плотность по территории.

3.Травяной ярус. Густота травостоя, проективное покрытие, (от 0 до 100%), наличие незаросших мест - приуроченность каких-либо объектов к этим местам, например, тропиной сети. Высота травостоя (от... до... см). Ярусность, если имеется. Видовой состав.

4.Подстилочный слой. Толщина, состав - наличие или отсутствие полуразложившейся растительности - листьев, сучьев, веток, хвои. Рассмотрите особенности антропогенного воздействия :

Отметьте общее состояние растений - запыленность, болезненность, наличие повреждений (паразитов, наростов, обломанных ветвей).

Наличие вытоптаных или иначе используемых пространств. Состояние растительности на этих пространствах (густота, изменение видового состава, внешнего вида растений по сравнению с соседними или известными вам нормальными экземплярами). Наличие посторонних предметов - мусора и др. Наличие объектов планового рекреационного обустройства (бетонных дорожек, автостоянок, лавочек, торговых и развлекательных учреждений

Соберите гербарий, особенно, если виды растений вам не знакомы.

Порядок оформления отчета

1. Титульный лист

2. Физико-географический обзор территории (можно начинать, например, с фразы:

«Исследуемый участок расположен на восточной окраине г. Томска и представляет из себя лесной массив, примыкающей своей западной стороной жилым строениям. С юга он ограничен железной дорогой (ручьём и т.п.), с севера..., к востоку он продолжается сплошным массивом в сторону Северска...».

Участок, непосредственно изучаемый нами охватывает территорию площадью ... м². Рельеф равнинный, изредка (овраг, канава)... Необходимо представить схему расположения участка, обозначив примерное расположение деревьев, канав, тропинок, свалок и т.п.

Можно поместить эту схему в Приложение.

3. Описание растительного покрова осуществляется по предлагаемой выше схеме. По каждому пункту сделать вывод (выводы).

Лабораторная работа 3. Расчет основных показателей сообщества

Краткая теоретическая часть. Расчет видового богатства сообщества и характеристик динамики численности составляющих его популяций являются одними из основных экологических показателей, характеризующих сообщество. Видовое богатство сообщества - количество видов, составляющих сообщество. Зависит от биотопического разнообразия, может быть связано с нарушениями биотопа антропогенного характера.

Численность популяции – величина непостоянная, изменяющаяся в соответствии с колебаниями экологических факторов, как биотических, так и аботических, возможно, антропогенных. Такие колебания – приспособление биоценоза к существующей емкости среды, один из гомеостатических механизмов системы. Амплитуда колебаний – размах колебаний – от минимального до максимального значения численности. Период колебаний определяется от одного минимального (максимального) значения численности по графику. Как правило, продолжительность периодов непостоянная, но близкая по своим значениям величина. Следует сравнить все выявленные значения. Вычислить среднее, определить максимальную и минимальную продолжительность периода.

Задание: Ознакомьтесь с теоретической частью, изложенной в учебнике (понятие и характеристика сообщества и сообщества животных на примере мелких млекопитающих). По материалам одного из Приложений рассчитайте показатели видового богатства сообщества. Постройте графики, характеризующие динамику численности популяций доминирующих и содоминирующих в сообществе. Сравните эти графики. Дайте характеристику выявленным зависимостям колебаний численности. Рассчитайте амплитуду и

период колебаний.

Рассчитайте индексы разнообразия сообщества. Сравните сообщества по индексу Чекановского-Сьерренсена. Сделайте выводы. Оформите отчет.

В настоящее время существует множество индексов видового разнообразия. Индексы Шеннона и Симпсона используются наиболее широко, что дает возможность сравнения полученных результатов.

Значимым преимуществом индекса Шеннона, помимо распространенности применения следует считать то, что его значения не зависят от величины выборки и характеризуются нормальным распределением. Это позволяет использовать обычные статистические методы для проверки значимых различий между средними значениями индексов. При расчете индекса Шеннона используется формула 1:

$$H = -\sum P_i \ln P_i, \quad (1)$$

где P_i – относительное обилие видов.

Выравненность видов в сообществах рассчитывалась согласно формуле 2:

$$E = H / \ln S, \quad (2)$$

где H – индекс Шеннона;

S – количество видов.

Индекс доминирования рассчитывали по формуле Симпсона 3:

$$D = \sum (n_i (n_i - 1) / (N (N - 1))), \quad (3)$$

где n_i – число особей i -го вида;

N – общее число особей.

Видовая структура рассматривается с точки зрения определения места каждого вида в иерархии доминирования сообщества. Применялась классификация доминирования, основанная на характеристике относительного обилия – доле в населении сообщества (процент встреч особей каждого вида от общего числа пойманных за время учета зверьков).

Вид считался:

- монодоминантным, если его доля в населении составляла 90% и более;
- абсолютным доминантом, если его доля в населении составляла от 55% до 89%;
- доминантом, если его доля в населении составляла от 30% до 54%;
- содоминантом, если его доля в населении составляла от 10% до 29%;
- второстепенным, если его доля в населении составляла от 3% до 10%;
- третьестепенным, если его доля в населении составляла менее 3%.

Сравнительный анализ сообществ проводят посредством определения значений индексов фаунистического сходства Чекановского – Сьерренсена по общему списку зарегистрированных видов. Видовой состав для каждого из сообществ определялся по результатам многолетних отловов, использована формула 4:

- $C_n = 2a / (a + b) + (a + c)$, (4)

- где a – количество общих видов двух сравниваемых списков;

- b – количество видов, отсутствующих во втором списке;

- c - количество видов, отсутствующих в первом списке.

- Для определения степени сходства видового богатства и распределения видов в сообществах использовалась формула Чекановского – Сьерренсена для качественных признаков 5:

- $C_n = 2jN / (aN + bN)$, (5)

- где jN – сумма наименьших из двух обилий видов, встреченных на обоих участках;

- aN – общее число особей участка a ;

- bN - общее число особей участка b .

Приложения:

Динамика доли видов в населении изученных сообществ, (%)

Динамика доли видов в населении сообщества припоселкового смешанного леса,

| Название вида | Годы отловов | | | | | | | |
|--|--------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 |
| Бурозубка обыкновенная(<i>Sorex araneus</i>) | 39,5 | 7,69 | 12,32 | 20,75 | 18,75 | 6,25 | 6,1 | 15,0 |
| Бурозубка малая (<i>Sorex minutus</i>) | 3,7 | 3,85 | 0,68 | 0 | 0 | 0 | 3,0 | 0 |
| Бурозубка средняя (<i>Sorex caecutiens</i>) | 6,2 | 7,69 | 0,68 | 0 | 3,13 | 0 | 6,1 | 0 |
| (<i>Tamias sibirica</i>) Бурундук сибирский | 1,3 | 7,69 | 4,1 | 5,66 | 0 | 37,5 | 18,0 | 7,7 |
| Лесная мышевка (<i>Sicista betulina</i>) | 0 | 3,9 | 0,68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Лесная азиатская мышь (<i>Apodemus peninsulae</i>) | 6,2 | 7,69 | 6,8 | 1,88 | 3,13 | 16,0 | 9,1 | 7,7 |
| Полевка рыжая (<i>Clethrionomus glareolus</i>) | 0 | 3,9 | 21,9 | 3,77 | 34,4 | 0 | 6,1 | 35,0 |
| Полевка красная (<i>Clethrionomus rutilus</i>) | 26 | 53,84 | 29,5 | 50,96 | 37,5 | 41,0 | 30,0 | 35,0 |
| Полевка красно-серая (<i>Clethrionomus rufocan</i>) Полевка красно-серая | 0 | 0 | 5,48 | 16,98 | 0 | 0 | 3,0 | 0 |
| Полевка-экономка (<i>Microtus oeconomus</i>) | 4,9 | 3,8 | 8,9 | 0 | 0 | 0 | 6,1 | 0 |

Динамика доли видов в населении сообщества припоселкового
кедровника (%)

| Название вида | Годы отловов | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|
| | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 |
| <i>Sorex araneus</i> | 0 | 0 | 3,9 | 0 | 7,05 | 12,4 | 4,44 | 0 | 0 | 0 | 24,32 |
| <i>Sorex caecutiens</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,27 | 3,33 | 0 | 0 | 0 | 2,7 |
| <i>Tamias sibirica</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,35 | 1,96 | 12,22 | 1,80 | 3,77 | 2,5 | 13,53 |
| <i>Apodemus penunsulae</i> | 11,1 | 14,5 | 9,8 | 13,5 | 27,1 | 11,8 | 8,88 | 1,80 | 3,77 | 5 | 16,21 |
| <i>Crucetus crucetus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,33 | 0 | 1,88 | 0 | 0 |
| <i>Clethrionomus glareolus</i> | 11,1 | 3,1 | 5,9 | 0,4 | 1,17 | 1,3 | 5,55 | 7,20 | 7,56 | 5,0 | 2,7 |
| <i>Clethrionomus rutilus</i> | 66,6 | 51,5 | 65,0 | 62,8 | 54,1 | 51,6 | 55,55 | 89,20 | 81,14 | 87,5 | 40,54 |
| <i>Clethrionomus rufocanus</i> | 0 | 1,3 | 0 | 5,4 | 4,7 | 3,9 | 1,11 | 0 | 1,88 | 0 | 0 |
| <i>Microtus oeconomus</i> | 11,1 | 29,5 | 16,0 | 17,9 | 1,17 | 7,19 | 4,44 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Microtus agrestis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Динамика доли видов в населении сообщества пойменного лиственного
леса, (%)

| Название вида | Годы отловов | | | | | | | |
|---|--------------|------|-------|------|------|------|------|------|
| | 1978 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 |
| <i>Sorex araneus</i> | 24,5 | 13,6 | 1,14 | 0 | 11,6 | 64,5 | 45,3 | 40 |
| <i>Sorex isodon</i> | 0 | 0,5 | 0,57 | 0 | 0 | 6,5 | 3,8 | 1,2 |
| <i>Sorex minutus</i> | 0 | 0,5 | 1,14 | 0 | 0 | 6,5 | 0 | 0 |
| <i>Sorex caecutiens</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,9 | 0,6 |
| <i>Tamias sibirica</i> | 0 | 1,5 | 5,68 | 0 | 7 | 3,2 | | 0,6 |
| <i>Apodemus agrarius</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Micromys minutus</i> | 0 | 0 | 1,14 | 0 | 0 | 3,2 | 20,7 | 11 |
| <i>Clethrionomus glareolus</i> | 38,8 | 19,1 | 14,2 | 55,2 | 39,5 | 16,1 | 24,5 | 15,3 |
| <i>Clethrionomus rutilus</i> | 28,6 | 26,1 | 28,41 | 40,3 | 38,4 | 0 | 3,8 | 18,6 |
| <i>Clethrionomus rufocanus</i> | 2 | 11,1 | 7,39 | 4,5 | 2,3 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Arvicola terrestris</i> (Полевка водяная) | 0 | 0 | 0,57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Microtus oeconomus</i> | 6,1 | 26,6 | 39,77 | 0 | 1,2 | | | 12,7 |

Динамика доли видов в населении сообщества смешанного леса приречной
рекреационной зоны, (%)

| Название вида | Годы отловов | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1977 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1990 | 1992 | 1994 | 1995 | 1996 |
| <i>Talpa altaica</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sorex araneus</i> | 7,5 | 0 | 0 | 46,15 | 0 | 0 | 7,69 | 55,17 | 33,13 | 18,18 |
| <i>Sorex isodon</i> | 0 | 0 | 0 | 9,23 | 0 | 0 | 0 | 5,17 | 0 | 0 |
| <i>Sorex caecutiens</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sorex minutissimus</i> | 0 | 0,87 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sorex minutus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,89 | 0 | 0 | 0 | 0,91 |
| <i>Sorex roboratus</i> | 0 | 0 | 0 | 3,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Sorex tundrensis</i> | 0 | 0 | 0 | 1,53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Neomus fodiens</i> | 0 | 0,87 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Crocidura sibirica</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Tamias sibirica</i> | 0 | 0,87 | 0 | 12,3 | 0 | 3,80 | 7,69 | 5,17 | 12,05 | 4,55 |
| <i>Sicista betulina</i> | 0 | 0,87 | 0 | 6,20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Apodemus agrarius</i> | 0 | 18,5 | 6,9 | 1,5 | 10,1 | 11,32 | 0 | 1,73 | 0,60 | 0 |
| <i>Apodemus peninsulae</i> | 2,5 | 13,15 | 6,9 | 0 | 0 | 3,77 | 7,69 | 3,45 | 7,23 | 20,91 |
| <i>Clethrionomus glareolus</i> | 8,75 | 2,6 | 9,2 | 4,61 | 34,3 | 32,08 | 30,77 | 22,41 | 6,63 | 2,73 |
| <i>Clethrionomus rutilus</i> | 26,25 | 23,68 | 18,5 | 3,10 | 55,6 | 24,53 | 38,46 | 6,9 | 25,90 | 50 |
| <i>Clethrionomus rufocanus</i> | 23,75 | 2,63 | 0 | 0 | 0 | 3,77 | 0 | 0 | 0,60 | 0,91 |
| <i>Arvicola terrestris</i> | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Microtus gregalis</i> | 31,25 | 35,96 | 39,3 | 9,22 | 0 | 7,55 | 7,69 | 0 | 13,25 | 1,82 |
| <i>Microtus oeconomus</i> | 0 | 0 | 17,7 | 1,53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Microtus agrestis</i> Полевка темная | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11,32 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Лабораторная работа 4. Орографический фактор и его влияние на распространение растений

Метод глазомерных экологических рядов

Краткая теоретическая часть. В экологии под экологическим рядом понимают постепенное изменение обилия и состава видов, а также постепенную смену растительных сообществ в пространстве (или во времени) под влиянием постепенного нарастания или ослабления интенсивности какого-либо фактора (т.е. градиенту фактора).

Различают два типа экологических рядов: *конкретные и обобщенные*. Конкретными называют экологические ряды, которые мы можем реально наблюдать в природе. Обобщенные ряды - это теоретические ряды, получаемые путем обобщения экологических рядов, наблюдаемых в природе.

Метод глазомерных экологических рядов состоит в том, что эколог наблюдает распределение видов в природе, глазомерно устанавливает их приуроченность к определенным типам местообитаний и на этой основе приближенно оценивает экологию видов.

Очевидно, что результаты такой оценки зависят от квалификации исследователя, его наблюдательности и опыта. Но для многих видов растений имеются только исследования такого рода.

Задание:

1. Составить в виде схемы в системе координат экологический ряд увлажнения на заливном лугу в пойме реки Оскол.

Условия. Справа налево снижается уровень поверхности и возрастает увлажнение (ось ОХ). Градация: ложбина (А), низ склона (Б), подъем (В), верх склона (Г). Ось ОУ: 5-ти балльная шкала, шкала обилия вида (1-10ос/м²; 2 - 20ос/м²; 3 - 30 ос/м²; 4 - 40 ос/м²; 5 -50 ос/м²).

- Наблюдаемые на склоне виды:
- Овсяница - АО, Б0, ВО, Г 2 (верх склона, обилие - 2)

- Клевер луговой- АО, Б2, В 3.5, Г4
- Клевер ползучий АО, Б0, В1, Г0
- Одуванчик лекарственный АО, Б0, В1, Г0
- Лютик едкий АО, Б0, В3, Г0
- Лютик ползучий А0,Б1,В2, Г0
- Мятлик обыкновенный АО, Б0, В2, Г1
- Осока А3, Б1, ВО, Г0
- Элеохарис болотный АО, Б1, ВО
- Частуха водная АО, Б2, В1, Г0
- Глицерия водная А3, Б1, ВО

2. Определить, какой из видов наиболее (наименее) пластичен по данным факторам. Почему?

3. Определить в какой части склона наблюдается наибольшее видовое богатство (произрастает наибольшее количество видов). С чем, по-вашему мнению, связан такой результат?

4. Сделайте вывод, как фактор мезорельефа связан с другими абиотическими факторами. Например, с температурой, освещенностью, влажностью.

Данное исследование можно проводить в полевых условиях в процессе экскурсии. Для этого необходимо выбрать местность с постепенным изменением какого либо фактора например, влажности, освещенности, высоты. Провести укосы растительности с 1м² через определенное расстояние. Принести растения в лабораторию и рассчитать обилие каждого из видов согласно приведенной выше шкале обилия вида. Построить график в координатах обилие градиент фактора.