

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

Методические указания к выполнению лабораторных работ по

дисциплине «Общая экология»

для специальностей 022000 «Экология и природопользование»

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).

Задание: 1 Ознакомиться с понятием «динамика численности». 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.

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

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

4 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:

3. Совпадают ли кормные годы с годами массового размножения белки?
4. Какая закономерность выявляется в появлении «урожая» белок в связи с урожаем кедров?
5. Каков размах изменчивости заготовок белки за данный период?
6. Каковы среднегодовые показатели заготовок белки за 10 лет?
7. Каков средний период между сроками массового размножения белки?
8. С какой вероятностью и на каком основании можно планировать объем заготовок пушнины белки на пятилетку, на 10 лет?
9. Определите роль белки в экосистеме по отношению к смежным с ней трофическим уровням.
10. Укажите другие абиотические, биотические факторы, способные повлиять на численность белки

Лабораторная работа 2.

Сопряженная динамика численности в системе «хозяин - паразит»

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.

Действие плотностно-зависимых факторов на уровне межвидовых отношений демонстрирует пример: инфекционные заболевания (отношения типа «паразит-хозяин»). Вероятность передачи инфекции возрастает с ростом плотности популяции. По мере возрастания эпидемии часть животных гибнет, плотность снижается, а это в свою очередь, снижает меру давления фактора инфекции. Подобную цепь отношений можно привести на отношениях типа «хищник-жертва».

Задание:

- 1 Проанализировать данные, полученные при учетах листовертки *Accleris variana* (Lep.) на пихтах и елях в лесах Канады (таблица 1); проанализировать данные, полученные при изучении зараженности гельминтами водяной полевки (таблица 2)
- 2 Начертить график изменения общей численности листоверток и число пораженных гусениц листоверток; начертить график изменения численности водяной полевки и паразитов.
- 3 Интерпретировать особенности хода кривых. Вычислить процент пораженных особей в каждом поколении; оценить динамику экстенсивности инвазии и степень патогенности паразитов в зависимости от численности хозяина.
- 4 Ответить на предложенные вопросы; привести формулировки экологических положений, на которых основано выполнение данной задачи

1 Изменение эпидемиологической ситуации в популяции гусениц

Таблица 1 Число здоровых и пораженных паразитами гусениц на учетной площади

Гусеницы	Поколение									
	1-е	2-е	3-е	4-е	5-е	6-е	7-е	8-е	9-е	10-е
Здоровые	22	112	533	225	88	31	150	237	300	183
Пораженные	7	9	43	97	12	3	10	28	44	15

Вопросы:

1. Как зависит доля пораженных гусениц от плотности популяции листовертки?
2. На каких фазах популяционной динамики листовертки сильнее всего проявляется действие паразитов?
3. Могут ли паразиты сдерживать рост численности гусениц и при каких условиях?
4. Какова роль паразитов данного вида в динамике численности хозяина?

2 Динамика зараженности паразитами при увеличении плотности популяции хозяина

Изучалась зараженность водяной полевки в условиях Барабинской низменности специфическими для данного хозяина видами гельминтов. Обнаружено 25 видов паразитов: 5 – трематод, 7- нематод, 13 – цестод. Желудочно-кишечные паразиты менее патогенны, чем тканевые, которые могут приводить к гибели хозяина. Число отловленных и обследованных зверьков пропорционально общей плотности популяции в каждый год исследования.

Таблица 2 Изменение интенсивности и экстенсивности инвазии гельминтами в популяции водяных полевков.

Год	Число исследованных хозяев (водяных полевков)	Среднее число гельминтов на 1 зверька	Общая экстенсивность инвазии, %	Экстенсивность инвазии тканевыми гельминтами, %
1978	15	65	67	7
1979	256	86	86	15

1980	505	113	99	51
1981	233	117	98	39

Вопросы:

5. Как изменяется интенсивность инвазии гельминтов при увеличении численности хозяев?
6. Насколько увеличилась зараженность водяных полевков высокопатогенными тканевыми гельминтами при вспышке размножения хозяев?
7. Какое значение могут иметь гельминты в динамике естественных

Лабораторная работа 3. Расчет основных показателей сообщества

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 абиотических, 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. Сделайте выводы. Оформите отчет.

Рассчитайте индексы разнообразия сообщества. Сравните сообщества по индексу Чекановского-Сьерренсена.

Clethrionomus glareolus Полевка рыжая	0	3,9	21,9	3,77	34,4	0	6,1	35,0
Clethrionomus rutilus Полевка красная	26	53,84	29,5	50,96	37,5	41,0	30,0	35,0
Clethrionomus rufocan Полевка красно-серая	0	0	5,48	16,98	0	0	3,0	0
Microtus oeconomus Полевка-экономка	4,9	3,8	8,9	0	0	0	6,1	0
Microtus agrestis Полевка пашенная	0	0	8,9	0	0	0	3,0	0

Динамика доли видов в населении сообщества припоселкового кедровника (%)

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

rufocanus											
Microtus oeconomus	11,1	29,5	16,0	17,9	1,17	7,19	4,44	0	0	0	0
Microtus agrestis	0	0	0	0	0	7,19	0	0	0	0	0
Microtus gregalis Полевка узкочерепн ая	0	0	0	0	2,35	0	1,11	0	0	0	0

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

Название вида	Годы				
	1978	1981	1982	1983	1984
Sorex araneus	24,5	13,6	1,14	0	11,6
Sorex isodon	0	0,5	0,57	0	0
Sorex minutus	0	0,5	1,14	0	0
Sorex caecutiens	0	0	0	0	0
Tamias sibirica	0	1,5	5,68	0	7
Apodemus agrarius	0	1	0	0	0
Micromys minutus	0	0	1,14	0	0
Clethrionomus glareolus	38,8	19,1	14,2	55,2	39,5
Clethrionomus rutilus	28,6	26,1	28,41	40,3	38,4
Clethrionomus rufocanus	2	11,1	7,39	4,5	2,3
Arvicola terrestris Полевка водяная	0	0	0,57	0	0
Microtus oeconomus	6,1	26,6	39,77	0	1,2

Название вида	Годы							
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Sorex araneus	64,5	45,3	40	5,9	49,6	8,2	27,6	0
Sorex isodon	6,5	3,8	1,2	0	0,7	0	0	0
Sorex minutus	6,5	0	0	0	0,7	1,1	0	0
Sorex caecutiens	0	1,9	0,6	0	2,6	2,2	0	0
Tamias sibirica	3,2		0,6	0	0,7	2,2	3,4	29,4
Apodemus agrarius Полевая мышь	0	0	0	0	0	0	6,9	0
Clethrionomus glareolus	3,2	20,7	11	17,6	16,8	40	10,3	23,5
Clethrionomus rutilus	16,1	24,5	15,3	23,6	25,8	31,5	24,1	29,4

Clethrionomus rufocanus	0	3,8	18,6	17,6	3,2	13,7	13,8	0
Arvicola terrestris	0	0	0	0	0	0	0	0
Microtus oeconomus	0	0	12,7	35,3	0	1,1	13,8	17,6

Динамика доли видов в населении сообщества смешанного леса пригородной промзоны, (%)

Название вида	Годы									
	1987	1988	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Talpa altaica Крот алтайский	2,26	0	0	0	0	0	0	0	0,43	0,98
Sorex araneus	14,11	27,4	58,2	26,7	28,6	6,8	59,8	34	31,17	37,25
Sorex isodon	13	0	2,5	1,4	0	0	5	1,5	1,3	0,98
Sorex minutissimus	0	0	0	1,4	0	0	0	0	0,43	0,98
Sorex minutus	1,69	0	0	0	0	0	2,9	2,29	0,87	0
Sorex caecutiens	22,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sorex roboratus	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0,87	0
Sorex tundrensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neomus fodiens	1,13	0	1,3	0	0	0	0	0	2,6	0
Crocidura sibirica	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	0
Tamias sibirica	0	0	1,3	1,45	0	0	0,8	0,76	1,3	0,98
Sicista betulina Лесная мышевка	9,04	54,3	1,3	8,11	0	0	0	0,76	5,19	0,98
Apodemus agrarius	0,57	0	0	14,9	0	4,6	0	1,53	4,76	0
Apodemus penunsulae	0	0	2,5	0	0	0	0,8	5,34	2,16	0
Crucetus crucetus	0	0	0	0	0	0	0	0	0,43	0
Clethrionomus glareolus	0	0	21,5	18,9	71,4	35,8	7,0	27,48	17,75	31,37
Clethrionomus rutilus	6,21	0	6,3	20,3	0	9,5	17,7	17,55	7,36	20,59
Clethrionomus rufocanus	3,39	0	1,3	0	0	30,6	5,2	0	12,12	1,96
Arvicola terrestris	4,52	18,3	0	0	0	1,6	0	0,76	2,6	0,96
Microtus gregalis	0	0	0	1,4	0	0	0	3,82	0	0
Microtus oeconomus	22,3	0	2,5	5,42	0	9,5	0,8	3,82	4,76	1,96
Microtus agrestis	0	0	0	0	0	0	0	0	2,60	0,98
Microtus arvalis	0	0	0	0	0	1,6	0	0		0

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

Название вида	Годы											
	1977	1979	1980	1981	1983	1990	1992	1994	1995	1996	1997	1998
<i>Talpa altaica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	0,90
<i>Sorex araneus</i>	7,5	0	0	46,15	0	0	7,69	55,17	33,13	18,18	41,48	2,00
<i>Sorex isodon</i>	0	0	0	9,23	0	0	0	5,17	0	0	0,85	0
<i>Sorex caecutiens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,90
<i>Sorex minutissimus</i>	0	0,87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sorex minutus</i>	0	0	0	0	0	1,89	0	0	0	0,91	0,57	0
<i>Sorex roboratus</i>	0	0	0	3,10	0	0	0	0	0	0	0,28	0
<i>Sorex tundrensis</i>	0	0	0	1,53	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neomus fodiens</i>	0	0,87	0	0	0	0	0	0	0	0	1,42	0
<i>Crocidura sibirica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,28	0
<i>Tamias sibirica</i>	0	0,87	0	12,3	0	3,80	7,69	5,17	12,05	4,55	1,42	5,1
<i>Sicista betulina</i>	0	0,87	0	6,20	0	0	0	0	0	0	0,85	0
<i>Apodemus agrarius</i>	0	18,5	6,9	1,5	10,1	11,32	0	1,73	0,60	0	0,57	0
<i>Apodemus penunsulae</i>	2,5	13,15	6,9	0	0	3,77	7,69	3,45	7,23	20,91	3,69	9,10
<i>Clethrionomus glareolus</i>	8,75	2,6	9,2	4,61	34,3	32,08	30,77	22,41	6,63	2,73	9,66	28,4
<i>Clethrionomus rutilus</i>	26,25	23,68	18,5	3,10	55,6	24,53	38,46	6,9	25,90	50	21,02	19,2
<i>Clethrionomus rufocanus</i>	23,75	2,63	0	0	0	3,77	0	0	0,60	0,91	6,54	15,2
<i>Arvicola terrestris</i>	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0,57	0
<i>Microtus gregalis</i>	31,25	35,96	39,3	9,22	0	7,55	7,69	0	13,25	1,82	3,69	1,00
<i>Microtus oeconomus</i>	0	0	17,7	1,53	0	0	0	0	0	0	6,82	18,2
<i>Microtus agrestis</i> Полевка темная	0	0	0	0	0	11,32	0	0	0	0	0	0
<i>Mus musculus</i> Мышь домовая	0	0	0	1,53	0	0	0	0	0,60	0	0	0

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:

$$H = -\sum P_i \ln P_i,$$

где P_i – относительное обилие видов.

Выравненность видов в сообществах рассчитывалась согласно формуле:

$$E = H / \ln S,$$

где H – индекс Шеннона;

S – количество видов.

Индекс доминирования рассчитывали по формуле Симпсона:

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

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) (Группировки населения мелких млекопитающих и их территориальное размещение в восточной половине МНР, 1980). 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 проведен посредством определения значений индексов фаунистического сходства Чекановского – Сьерренсена по общему списку зарегистрированных видов (Мэгарран Э., 1992; Песенко Ю.А., 1978а). Видовой состав для каждого из сообществ определялся по

результатам многолетних отловов, использована формула:

- $C_n = 2a / (a + b) + (a + c)$,
- 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 (Мэгарран Э., 1992):

- $C_n = 2jN / (aN + bN)$,
- где jN – сумма наименьших из двух обилий видов, встреченных на обоих участках;
- aN – общее число особей участка a ;
- bN - общее число особей участка b .

Лабораторная работа 4. Ординационные методы и их применение в экологических исследованиях

Лабораторная работа проводится в ходе экскурсии по сосновому или смешанному лесу

Огородите среди спелого леса площадку размером 10*10 м и площадку такого же размера в молодом лесу. Подсчитайте и сравните на обеих площадках количество деревьев. Составьте формулу древостоя участка.

Формула древостоя — это относительное число деревьев разных пород.

Буквами обозначают породы деревьев, индексами- относительную их численность на исследуемой площади. Например, формула Е5Б3 Ос2 означает, что на участке присутствует 50% елей, 30% берез, 20% осины.

Укажите в отчете также абсолютные значения этих показателей. Если в древостое отчетливо выражены ярусы, формулу можно составить по ярусам.

Также следует составить формулу для подроста. При сопоставлении этих значений можно будет рассуждать о характере возобновления леса и прогнозировать его состояние в будущем.

Сравните по внешнему виду деревья, выросшие в гуще леса и одиночно (форму и расположение кроны, форму и высоту ствола, количество отмерших и отваливающихся нижних веток). Чем вызваны наблюдаемые отличия?

Докажите, что в популяции сосен (или других пород деревьев) происходит естественное самоизреживание деревьев. . Почему в спелом лесу деревьев меньше?

Определите на площадке спелого леса количество деревьев каждого класса по степени угнетения внутри одной популяции. Составьте таблицу.

Показатели	1-го класса	2-го класса	3-го класса	4-го класса	5-го класса	Всего
Количество сосен						
Толщина ствола						

Объясните, какой тип биотического взаимодействия присутствует в сообществе. Какие особи при этом угнетены и погибают, а какие выживают.

Примечания

1. По степени угнетения деревья одного возраста в лесу принято делить на пять классов. К первому классу относят деревья, возвышающиеся над общим пологом леса. Ко второму-деревья основного полога. К третьему- деревья, входящие в общий полог леса, но имеющие менее развитую крону, иногда “сжатые” с боков. К четвертому классу – деревья с сильно сдавленной кроной, находящиеся частично в общем пологе или ниже его. К пятому классу – деревья, кроны которых полностью располагаются под общим пологом, засыхают или совсем засохли.

2. Толщина ствола определяется на уровне груди путем измерения диаметра одного дерева среднего размера.

Определите и сравните интенсивность размножения деревьев разных классов по степени угнетения в популяции (приблизительное количество и величина зрелых шишек, количество семян в них, возможность распространения семян ветром). На основе этих фактов сделайте вывод о том, какие особи сосен оставят больше потомства, какие- меньше или совсем не оставят. Объясните почему.

Изучите на той же площадке лесного биоценоза видовой состав растений в других ярусах. Укажите виды растений, находящиеся в соответствующих ярусах (подрост, подлесок, кустарнички, травянистые растения, мхи, лишайники).

Сравните эти растения по их отношению к свету и влаге (светолюбивость, теневыносливость, влаголюбивость). Почему эти растения могут уживаться в одном биоценозе?