

КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт экологии и природопользования

Кафедра общей экологии

Т.В. Рогова, Н.Р. Шафигуллина

ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

2-ое издание, переработанное

Казань — 2023

По решению учебно-методической комиссии
Института экологии и природопользования КФУ
(Протокол №2 от 23 марта 2023 года) рекомендовано к размещению
в электронном архиве Научной библиотеки им. Н. И. Лобачевского

Рецензент: д.б.н., проф. М.Б. Фардеева

Рогова Т.В., Шафигуллина Н.Р. Общая экология. Учебное пособие /
Т.В. Рогова, Н.Р. Шафигуллина. – 2-ое изд., перераб. – Казань: Казан. ун-т,
2023. – 79 с.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Экология и природопользование», может быть рекомендовано студентам, обучающимся по смежным биологическим направлениям и специальностям. Ориентировано на закрепление теоретических знаний по основным разделам базовой дисциплины «Общая экология»: аутоэкология, популяционная экология и синэкология. Пособие содержит фактический материал и подробные указания для выполнения практических заданий по экологическому анализу полевых и экспериментальных данных, полученных в ходе научных исследований. Приведен перечень вопросов, обсуждаемых на семинарских занятиях в соответствии с программой курса: популяционные стратегии жизни, модели динамики популяций, модели межвидовых популяционных отношений конкуренции, хищничества, паразитизма. Ряд работ посвящен анализу динамики структуры и продуктивности сообществ в условиях антропогенного воздействия.

© Рогова Т.В., 2023

© Казанский федеральный университет, 2023

Содержание

Задание 1. ЗАВИСИМОСТЬ АКТИВНОСТИ НАПАДЕНИЯ КРОВООСОСУЩИХ НАСЕКОМЫХ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ	4
Приложение к заданию 1	6
Задание 2. АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДОВ ПО ГРАДИЕНТУ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА	8
Приложение к заданию 2	11
Задание 3 ВЫЯВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОПТИМУМОВ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ	15
Приложение к заданию 3	17
Задание 4. ВОЗРАСТНАЯ И ПОЛОВАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ РЫБ, ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ОСОБЕЙ В ПОПУЛЯЦИИ ПО МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ.....	18
Приложение к заданию 4	20
Задание 5. ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ РАСТЕНИЙ: ОСНОВНЫЕ ПЕРИОДЫ ЖИЗНИ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ, ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ РАСТЕНИЙ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЛЕСОВ.....	26
Приложение к заданию 5	28
Задание 6. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ: ТИПЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ В ПРОСТРАНСТВЕ, ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ ЗАКОНУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПУАССОНА	33
Приложение к заданию 6	36
Задание 7. ОЦЕНКА ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ВИДАМИ МЕТОДОМ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА СОПРЯЖЕННОСТИ	40
Задание 8. ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ: ЗНАЧИМОСТЬ ВИДОВ В СООБЩЕСТВЕ, КРИВЫЕ ЗНАЧИМОСТИ ВИДОВ	42
Приложение к заданию 8	45
Задание 9. ПОКАЗАТЕЛИ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ СООБЩЕСТВА, ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА	48
Приложение к заданию 9	50
Задание 10. ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА – ПИЩЕВЫЕ ЦЕПИ И СЕТИ	52
Приложение к заданию 10	55
Задание 11. АНАЛИЗ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ.....	58
Приложение к заданию 11	61
Задание 12. АНАЛИЗ СЕЗОННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ПО СОДЕРЖАНИЮ ХЛОРОФИЛЛА	69
Приложение к заданию 12	71
Задание 13. ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ. РЕКРЕАЦИОННАЯ ДИГРЕССИЯ НА ПРИМЕРЕ СОСНЯКОВ ЗЕЛЕНОМОШНЫХ	72
Приложение к заданию 13	74
Статистические таблицы	77
Список тем семинарских занятий.....	78
Рекомендуемая литература по разделам.....	79

Задание 1. ЗАВИСИМОСТЬ АКТИВНОСТИ НАПАДЕНИЯ КРОВОСОСУЩИХ НАСЕКОМЫХ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Цель работы: Провести анализ влияния климатических факторов на активность нападения кровососущих насекомых и сделать выводы, какие абиотические факторы среды оказывают влияние на численность и активность насекомых. Объясните, какие из климатических факторов оказывают большее или меньшее воздействие на активность разных видов кровососущих насекомых.

Краткая характеристика: Понятие экология впервые было использовано в 1866 г. Э. Геккелем («Всеобщая морфология организмов»), в буквальном смысле – это наука о доме или местообитании организмов, одно из направлений современной экологии – аутэкология, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они обитают. Для того, чтобы определить степень активности насекомых следует изучить их биолого-экологические особенности. Например, местообитания комаров и мошки тесно связаны с водными объектами, т.к. развитие их личинок происходит в водоемах (различного объема, искусственных или естественных, чаще пресноводных стоячих или текущих, реже литоральной зоны морей). Напротив, имаго (взрослая, половозрелая стадия насекомых) – комары и мошка обитают в наземно-воздушной среде.

На процессы жизнедеятельности живых организмов существенное влияние оказывают климатические факторы среды, основными из которых являются – температурный режим, средние температуры за год, летний и зимний период; количество осадков; влажность воздуха; давление; число солнечных дней или освещенность; направленность и скорость воздушных масс.

Суточный ход температуры воздуха противоположен суточному ходу относительной влажности, которая косвенно характеризует скорость потери влаги с испаряющейся поверхности – почвы, водоема, растительности, кожных покровов и т.д. Величины и изменения относительной влажности воздуха, так или иначе, отражаются не только на жизнедеятельности организмов, но и на его самочувствии и активности. Так суточный максимум относительной влажности

наблюдается в полночь (0 ч.), а минимум – в 12 ч. Важным показателем режима влажности воздуха в течение периода (или сезона) являются числа «сухих» и «влажных» дней в месяце. Сухим днем принято считать такой, когда хотя бы в один из восьми стандартных сроков наблюдений относительная влажность не превышает 30%, если относительная влажность воздуха с 12 ч. до 15 ч. составляет не менее 80%, день считается влажным (Переведенцев и др., 2013). Также на влажность воздуха, влияют направленность и скорость воздушных масс, расположение и объем водоемов.

Для выяснения влияния метеорологических условий на жизнедеятельность и активность нападения кровососущих насекомых, в качестве примера используются различные виды насекомых, представленные в таблице (табл. 1).

Эксперимент: Активность нападения кровососущих насекомых определяли с помощью учетного колокола. Для этого на открытой поляне устанавливалась перекладина на высоте 4 м от земли, через нее перекидывалась веревка, к которой привязывался учетный колокол, имевший диаметр 1,5 м и высоту 1,7 м. Колокол с помощью веревки поднимался на 2,5 м от земли. Под колокол садился наблюдатель. Через 5 мин. колокол опускался и насекомые, попавшие за этот период под колокол, вылавливались. Наряду с этим определялись следующие климатические характеристики: температура, относительная влажность воздуха, освещенность и скорость ветра.

Порядок выполнения работы

1. Вычислить относительную активность нападения насекомых, принимая максимальную активность данного вида за 100 %.
2. Построить графики изменения относительной активности нападения насекомых в зависимости от интенсивности фактора.
3. Сделать выводы об оптимальных условиях активности каждого вида.
4. Сделать выводы о степени активности нападения насекомых в зависимости от времени суток и погодных условий.
5. Попробуйте определить, в каком месте лучше устанавливать экспедиционный лагерь, чтобы снизить активность тех или иных видов кровососущих насекомых.

Приложение к заданию 1

Таблица 1

Влияние температуры воздуха на активность нападения
(среднее количество нападений на 1 учет)

Род или вид	Температура воздуха, °С								
	4-6,9	7-9,9	10-12,9	13-15,9	16-18,9	19-21,9	22-24,9	25-27,9	28-30,9
<i>Culicoides</i> (комары-мокрецы)	83,0	268,4	531,9	593,2	511,7	262,1	103,8	31,5	0,0
<i>Schonbaueria pusilla</i> (тундровая мошка)	3,6	46,1	51,9	60,5	86,6	82,2	62,6	53,7	14,2
<i>Titanopteryx maculata</i> (мошка обыкновенная)	0,0	0,3	9,9	56,0	40,1	57,1	87,8	203,4	217,2
<i>Simulium morsitans</i> (мошка)	0,0	1,2	6,2	4,2	3,8	21,3	69,3	52,3	6,8

Таблица 2

Влияние относительной влажности воздуха на активность нападения
(среднее количество нападений на 1 учет)

Род или вид	Относительная влажность, %							
	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100
<i>Culicoides</i> (комары-мокрецы)	0,0	11,2	107,5	148,1	260,9	574,7	596,7	374,2
<i>Schonbaueria pusilla</i> (тундровая мошка)	1,1	13,3	56,6	113,4	110,4	115,5	117,7	49,1
<i>Titanopteryx maculata</i> (мошка обыкновенная)	330,3	199,3	76,0	96,4	69,1	99,2	60,9	20,9
<i>Simulium morsitans</i> (мошка)	0,0	0,0	0,9	6,1	2,1	4,2	12,1	11,8

Таблица 3

Влияние освещенности на активность нападения
(среднее количество нападений на 1 учет)

Род или вид	Освещенность, лк									
	0	1-10	11-100	101-500	501-1000	1001-5000	5001-10000	10001-30000	30001-60000	> 60000
<i>Culicoides</i> (комары-мокрецы)	227,8	439,2	397,7	357,9	580,9	585,9	225,1	120,0	29,7	2,4
<i>Schonbaueria pusilla</i> (тундровая мошка)	0,0	3,2	13,9	29,1	27,2	58,9	81,0	104,8	29,1	15,7
<i>Titanopteryx maculate</i> (мошка быкновенная)	0,0	1,1	5,9	11,0	19,1	26,9	57,1	103,9	149,8	181,3
<i>Simulium morsitans</i> (мошка)	0,0	0,0	1,1	5,9	25,3	19,2	29,4	10,3	23,7	26,3

Таблица 4

Влияние скорости ветра на активность, нападения
(среднее количество нападений на 1 учет)

Род или вид	Скорость ветра, м/с								
	0,1-0,5	0,5-1,0	1,0-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0-3,5	3,5-4,0	4,0-4,5
<i>Culicoides</i> (комары-мокрецы)	104,57	60,67	18,46	9,92	5,14	2,33	0,50	0,00	0,00
<i>Schonbaueria pusilla</i> (тундровая мошка)	104,43	70,44	79,23	35,75	16,14	16,00	12,25	2,50	0,00
<i>Titanopteryx maculate</i> (мошка обыкновенная)	109,50	144,67	102,62	86,08	106,71	46,33	19,75	14,50	4,67

Задание 2. АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДОВ ПО ГРАДИЕНТУ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА

Цель работы: Провести анализ изменения обилия видов растений по экологическому ряду в зависимости от фактора почвенного плодородия.

Обилие - это количество особей, установленное путем пересчета или относительно, глазомерно, отнесенное к единице пространства (площади, объема или маршруту наблюдения). Обилие может выражаться в относительных единицах, в т.ч. баллах или процентах (например, проективное покрытие), и в абсолютных, определяемых числом особей отнесенных к единице пространства.

Экологический фактор — любой элемент среды, оказывающий воздействие на живой организм и их совокупность.

Экологический ряд — шкала изменения интенсивности экологического фактора по градиенту среды.

Экологическая амплитуда (экологическая валентность вида) — значения фактора от минимальных до максимальных, в пределах которых отмечается вид в рассматриваемом градиенте фактора.

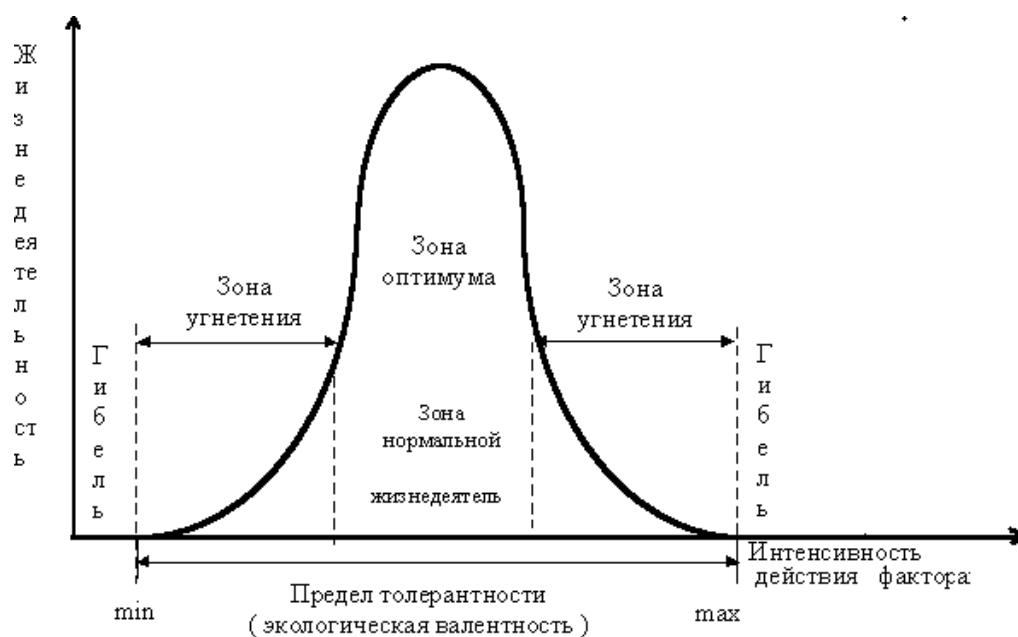


Рис. 1 Схема действия фактора среды на живые организмы

Олиготроф (от греческого oligos — малый, немногочисленный и trophe — питание) — растение, способное произрастать на бедных почвах из-за малой потребности в элементах питания.

Мезотроф (от греческого mesos средний и trophe - питание), растения, обитающие на почвах с умеренным содержанием элементов минерального питания; занимают промежуточное положение между олиготрофами и эвтрофами.

Эвтроф (греч. eu - хорошо, trophe - питание) - растения, развивающиеся нормально только на богатых питательными веществами почвах.

Стенобионты (от греч. stenos – узкий, бион - живущий) - организмы, способные существовать лишь при относительно постоянных условиях окружающей среды. Имеют узкие пределы толерантности.

Эврибионты (от греч. эври — широкий, бион — живущий) — организмы, способные существовать в широком диапазоне природных условий окружающей среды и выдерживать их значительные изменения. Имеют широкие пределы толерантности.

Исходным материалом для данной работы послужили результаты геоботанического обследования на профиле, расположенном в Раифском участке Волжско-Камского заповедника. Профиль, заложенный с севера на юг, проходит через пять кварталов и охватывает пять растительных ассоциаций, смена которых обусловлена изменением гранулометрического состава и плодородия почвы. По ходу профиля соответственно растительным ассоциациям выделяется 5 зон. Плодородие почвы возрастает от зоны I к зоне V (табл. 5), что обусловлено в значительной степени изменением механического состава почвы от легких песчаных дерново-слабоподзолистых почв до тяжелосуглинистых темно-серых лесных почв.

По профилю заложено 54 площадки размером 10x10 м². На каждой из них проведен учет древостоя, подроста и подлеска (количество стволов взрослых деревьев, подроста и количество стволов видов кустарников на площадке), а также оценено проективное покрытие видов травяного покрова (в процентах).

Таблица 5

Растительные ассоциации, подтипы и механический состав почвы по зонам

Зона (№ площадок)	Растительная ассоциация	Подтип и гранулометрический состав почвы
I (1-2)	Сосняк с елью брусничный	дерново-слабоподзолистая песчаная
II (3-33)	Сосняк с елью кисличный	дерново-среднеподзолистая супесчаная
III (34-37)	Ельник костянично- снытевый с липой	светло-серая лесная среднесуглинистая
IV (38-44)	Липняк сныте-осоковый с елью	серая лесная среднесуглинистая
V (45-54)	Липняк сныте- пролесниковый с дубом	темно-серая лесная тяжелосуглинистая

Порядок выполнения работы

1. Рассчитать среднее обилие вида для каждой растительной ассоциации.
2. Построить гистограммы распределения обилия отдельных видов по растительным ассоциациям.
3. Сделать выводы:
 - а) об экологической амплитуде указанных видов;
 - б) о наиболее оптимальных для них почвенных условиях по ходу рассматриваемого профиля;
 - в) о принадлежности рассматриваемых видов к экологической группе по отношению к фактору плодородия почвы.

Приложение к заданию 2

Таблица 6

Обилие древостоя, подроста и подлеска (количество особей) на пробных площадках 10x10 м²

№ пробной площадки	ДРЕВОСТОЙ					ПОДРОСТ				ПОДЛЕСОК		
	Ель финская	Сосна обыкновенная	Береза повислая	Клен остролистный	Липа сердцевидная	Ель финская	Береза повислая	Дуб обыкновенный	Клен остролистный	Липа сердцевидная	Рябина обыкновенная	Бересклет бородавчатый
1	12	1				3		4		6	20	
2	11	1				9		5		8	34	
3	8					16	3	20		7	18	3
4	6	8				4	3	4	2	5	13	10
5	5	2				14	8		3	20	15	7
6	3	1				4	2	2		13	23	6
7	4	2				6	7	2	1	15	3	7
8	5					4	8	3	2	19	4	7
9	7	5				5		5	1	39	24	1
10	5				1	5		7	1	37	23	1
11	5				1	30	4	1		54	12	
12	5	2			2	30	4	2		58	15	
13	2		1		2		10	1		56	28	5
14	3	2			1		5	3		64	20	3
15	12	3			1	2	3	2	5	60	15	1
16	6	2				2	5	5	6	64	17	3
17	9	2	1				5	10	5	74	9	
18	1	2	1				5	8	6	82	11	
19	6	3			1	1		4		63	10	3
20	3	1				1		6		73	5	4
21	5	2				11	1	1	3	61	15	1
22	5	1			1	11	1	3	4	71	20	1
23	6				7	6	1	2	1	123	30	
24	6	6			4	6	3	1	1	115	34	
25	1	1			7	10		2	3	66	23	1
26	4	3			1	10		1	5	70	26	4
27	3				5	15	1	1	3	53	17	2
28	2	1			3	15	3	3	3	47	22	2
29	7	1			3		1	1	1	70	40	1
30	5				1		2	2	3	76	44	2
31	4	2			4	4	2		5	42	12	2
32	4	2			6	4	2		5	48	14	4
33	4	2			3	1			15	32	11	3
34	1			1	11				27	23	5	3

№ пробной площади	ДРЕВОСТОЙ					ПОДРОСТ					ПОДЛЕСОК	
	Ель финская	Сосна обыкновенная	Береза повислая	Клен остролистный	Липа сердцевидная	Ель финская	Береза повислая	Дуб обыкновенный	Клен остролистный	Липа сердцевидная	Рябина обыкновенная	Бересклет бородавчатый
35	2			2	5	5		1	5	6	4	2
36			1	5	5	3		2	6	6	6	2
37	2			2	7	4	4	1	5	7	3	2
38	2				9	2	4	1	5	7	2	1
39	3			1	8	5	1		1	15	1	2
40	1		1		5	8	1		2	14	3	1
41				1	5	9			6	11	2	1
42	1		2		4	9			8	12	4	3
43			1	2	8	5		1	10	13	1	2
44					21	5		1	7	14	2	2
45					11	2				3		3
46	2		1		20	2				5		4
47	1		6		17	2	1		2	9	1	2
48	2		2		14	2			2	11	2	4
49	1		4		14	2			2	8		1
50			4		9	2			5	4		1
51			15		1	1			8	12		
52			9		5	1			10	10		
53	2		1		3	9	1		8	3		2
54	5		1		6	9	1		11	7		3

Таблица 7

Среднее обилие видов мохового покрова и травостоя на пробных площадках
(проективное покрытие, %)

№ пробной площадки	Плевизиум Шребера	Политрихум	Орляк обыкновенный	Щитовник мужской	Брусника	Вейник тростниковидный	Вейник наземный	Звездчатка злаковидная	Земляника лесная	Кислица обыкн.	Копытень европейский	Костяника	Ландыш майский	Майник двулистый	Ортлига однобокая	Осока волосистая	Пролесник многолетний	Седмичник европейский	Сныть обыкновенная	Черника
1	37	15			7	16							6	0,1	0,1			0,1		0,1
2	5	8			6	12							7					0,1		50
3	56	7			1,3	55				0,1			9		0,1					30
4	52				2	31		0,1		6		0,1	0,1	1						30
5	38	2	0,1	0,1	18	0,1			0,1	26		0,1	0,1	0,1	25					0,1
6	17	2	6		0,6	27			6	16		4	7	0,1	0,1					3
7	32	3,6	8	0,1	10	10				47		11	2,4	0,4	2,6					5,4
8	45	9,6		0,1	2,8	7,6				19		3,2	6,2	2,5	5,4				0,6	
9	58	7	0,1		5	4,8				7,8			2,7	1	10				2	
10	57	7	6		5	5	0,1			8			0,1	0,1					2	23
11	53	20	0,1	0,1	5,9	13	0,1		0,1	4,2		0,1	0,1	1,4	0,1				1	11
12	45	25	15	0,1	1,4	15	0,1		0,1	0,4		0,1	0,1	0,8	6,4				0,1	10
13	37	21	0,1		1	2,3	0,1		0,1	27		0,1	3,2	0,1	0,1					6
14	32	1,6	0,1		0,1	5	32		6,2	26		0,4	3,2	0,1	3					1,4
15	7	9	7	0,1	3	2,3	3			25		10	3	3,4	5,6				0,6	11
16	8,8	1	0,1	0,1	6,6	0,6	2			0,1		5	3,8	2,6	6					4
17	43	6	13		4,8	8,8	0,6		0,1			1,8	8	0,6	4,6					0,1
18	43	6	13		4,8	8,8	0,6		0,1			1,8	8	0,6	4,6					0,1
19	55	7,1	8,5		3,5	0,1	1,1		0,7	12		1,4	9,1	1	1,4				0,7	2,1
20	55	7,1	8,5		3,5	0,1	1,1		0,7	12		1,4	9,1	1	1,4				0,7	2,1
21	40	32	7		2,8	2	0,1		0,1	26		13	0,5	1,6	0,1				2,8	9,4
22	40	5	0,6		3	0,1	5		0,1	16		12	0,1	5	1				5	18
23	9,4	0,1	12	0,1	2	0,1	2		0,1	22		3	1,6	0,1	7,2				0,1	8
24	26	17	0,1	15	0,1	0,1	0,1		4	11		3	2	1,4	3				3	16
25	17			0,1	1,6	3	0,1		1	6		2		1,6	7				12	22

Продолжение таблицы 7

№ пробной площадки	Плевизиум Шребера	Политрихум можжевеловый	Орляк обыкновенный	Щитовник мужской	Брусника	Вейник тростниковидный	Вейник наземный	Звездчатка злаковидная	Земляника лесная	Кислица обыкн.	Копытень европейский	Костяника	Ландыш майский	Майник двулистный	Ортилия однобокая	Осока волосистая	Пролесник многолетний	Седмичник европейский	Сныть обыкновенная	Черника
26	25		14	0,1	1		0,1		2	10		4	0,6	1,4	5,4			4,2		0,6
27	12		0,1	19	3	0,1	1		12	9,6		4	1	0,8	3			0,1		15
28	57	0,6	0,1	4	2,4	1				11		0,1	1,4	4,8				2		7
29	18	0,1		4	1,6	0,1				16		1	3	0,1	3,4			0,1		12
30	23	0,1	2		0,1	0,1	12			15		14	1	0,1	3			0,1		11
31	18		0,1	0,1	0,1	0,1	5,6		5	13		7,4		1	1					17
32			0,1	0,1	1	0,1	9		0,8	55		8,4	0,6		1,4					0,1
33					5,4	5			1	24		25	1	1	9					12
34		0,1		0,1	3	5	0,1		0,1	9		10	2	1,6	2	5		0,6	5	19
35		0,1		6	0,1	0,8	6			5,4	0,1	5	0,1	2,8		19		1,2	5	10
36		0,1		0,1	0,6				1,4	4,2	0,1	1,4	0,8	0,6		19			19	0,1
37				10	1			9,6	0,6	1	0,8	2								18
38				10	1			9,6	0,6	1	0,8	2				7			0,1	
39				2				12			0,1	2				13				7
40				2				12			0,1	2				13				13
41				5				11			3,4	0,1				18				13
42				5				11			3,4	0,1				18	0,1			18
43			0,1	0,1				9,4			12	0,1				14	0,1			18
44			0,1	0,1				9,4			12	0,1				14	0,1			14
45				0,1				9,4			28	1		0,1		17	8,8			14
46				0,1				9,4			28	1		0,1		17	8,8			18
47				0,6				9,6			1,6					4,5	17			17
48				0,6				9,6			1,6					4,5	17			45
49			0,1	0,1				2,6			1,6					20	14			45
50			0,1	0,1				2,6			1,6					20	14			20
51				0,6				6			1	0,1				19	22			20
52				0,1				3			3	0,1				21	16			19
53				0,1				0,1			13	0,1		0,1		20	30			21
54				0,1				0,1			13	0,1		0,1		20	30			20

Задание 3. ВЫЯВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОПТИМУМОВ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ

Цель работы: Выявить аутэкологический и синэкологический оптимумы исследуемых видов по данным проективного покрытия и показателям жизненного состояния растений, оценить их конкурентоспособность.

Экологический оптимум - это значения фактора, при которых вид имеет наибольшую жизнеспособность, проявляемую в способности к росту, развитию и размножению, в способности участвовать в межвидовых отношениях.

Аутэкологический оптимум — экологический оптимум вида, проявляемый по отношению к экологическому фактору в отсутствие конкуренции со стороны других видов.

Синэкологический оптимум — экологический оптимум вида, проявляемый по отношению к экологическому фактору в условиях его существования в сообществе с другими видами (рис. 2.).

Для оценки оптимальности природных условий по отношению к отдельным видам одного показателя обилия недостаточно, так как он не позволяет учитывать возможные конкурентные отношения между различными видами в сообществе. Таким образом, обилие видов показывает лишь, так называемый синэкологический оптимум. Выявление аутэкологического оптимума возможно при анализе показателей жизненного состояния (высота побегов, количество листьев и побегов, площадь листа, биомасса растения и т.п.). В свою очередь, соотношение аутэкологического и синэкологического оптимумов показывает конкурентоспособность данного вида. Совпадение этих оптимумов свидетельствует о большой конкурентоспособности, и наоборот, расхождение оптимумов показывает, что данный вид вытесняется другими в менее благоприятные условия.

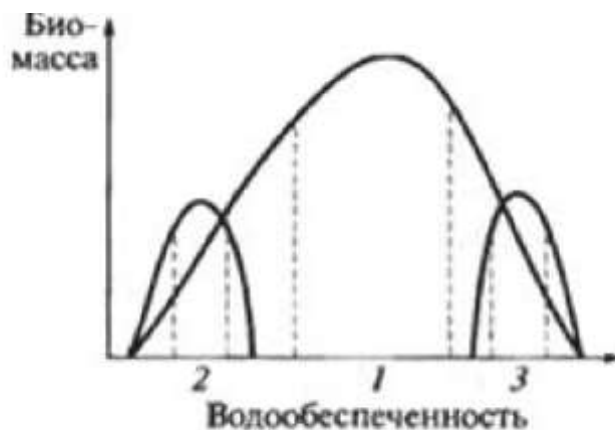


Рис. 2. Схема положения аутэкологического и синэкологического оптимумов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) по градиенту увлажнения
1 – аутэкологический оптимум; 2,3 – синэкологический оптимум

Исходным материалом являются показатели проективного покрытия и жизненного состояния некоторых видов растений на профиле, заложенном в Раифском участке ВКГПЗ (см. задание 2)

Порядок выполнения работы

1. Рассчитать значения проективного покрытия и количества побегов на 1 м² и показателей жизненного состояния (высота побега, количество листьев на побеге, площадь листа) по зонам профиля в процентах от максимального значения, наблюдаемого в экологическом ряду.
2. Построить графики изменения относительных значений проективного покрытия и показателей жизненного состояния.
3. Выявить синэкологический и аутэкологический оптимумы исследуемых видов и сделать выводы об их конкурентоспособности.

Приложение к заданию 3

Таблица 8

Изменение проективного покрытия и показателей жизненного состояния
некоторых видов по профилю

Зоны	Проективное покрытие, %	Кол-во побегов, шт/м ²	Кол-во листьев на побеге, шт	Высота побегов, см	Площадь листа, мм ²
Брусника					
I	6,5	5,0	21,2	12,0	173,8
II	4,9	4,0	15,9	14,0	215,1
III	1,2	2,3	10,0	11,6	268,0
IV	0,1	0,3	20,0	10,0	230,0
V	-	-	-	-	-
Кислица обыкновенная					
I	-	-	-	-	-
II	14,6	38,8	3,0	5,00	825,0
III	7,3	20,2	3,0	4,28	950,0
IV	-	-	-	-	-
V	-	-	-	-	-
Костяника					
I	-	-	-	-	-
II	8,1	2,1	12,2	16,05	2999,8
III	4,6	2,0	8,6	11,18	9118,8
IV	1,0	1,6	6,7	10,57	4225,0
V	-	-	-	-	-
Осока волосистая					
I	-	-	-	-	-
II	-	-	-	-	-
III	20,4	8,3	2,3	26,96	815,5
IV	44,1	14,8	3,0	36,10	931,3
V	0,1	2	3,0	20,00	750,0
Сныть обыкновенная					
I	-	-	-	-	-
II	-	-	-	-	-
III	11,2	3,7	8,4	22,01	2150,0
IV	10,3	6,0	7,5	19,75	2133,3
V	23,7	7,1	8,4	32,29	3280,0
Черника					
II	13,8	3,8	49,8	17,0	249,3
III	7,5	1,1	107,0	26,5	295,0
IV	-	-	-	-	-
V	-	-	-	-	-

Задание 4. ВОЗРАСТНАЯ И ПОЛОВАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ РЫБ, ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ОСОБЕЙ В ПОПУЛЯЦИИ ПО МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Цель работы: исследовать половую и возрастную структуру популяции определенного вида рыб и выявить зависимость морфометрических показателей от пола (половой диморфизм) и возраста.

Возрастная структура популяции — соотношение возрастных групп в популяции. Поэтому часто ограничиваются определением возрастного состояния. Для любого вида можно выделить в его жизненном цикле как минимум три возрастных состояния:

- *пререпродуктивное* — особь еще не приступала к размножению;
- *репродуктивное* — особь, достигла возраста размножения;
- *пострепродуктивное* — особь старческая, уже не способная размножаться.

В случае, когда абсолютный возраст особи может быть определен достаточно точно (рыбы, млекопитающие и др.), возрастная структура определяется отдельно по годам или по периодам прожитых лет. Для нормальных благополучных популяций не характерно накопление старческих особей и соответственно доля пострепродуктивной группы в возрастной структуре популяции не высока. Для молодых внедряющихся популяций характерно существенное преобладание в их составе пререпродуктивных особей. Однако следует отметить, что особенности возрастной структуры популяции в конкретный момент времени могут быть обусловлены как экологией вида, так и методикой сбора материала.

Материалом для данной работы послужили результаты ихтиологических исследований в Свяжском заливе Куйбышевского водохранилища. Для лова рыбы применялись ставные сети со стандартной ячеей. Были проведены измерения длины и веса особей выловленных рыб, определен их пол и возраст.

Порядок выполнения работы

1. Систематизировать исходную информацию о возрастной и половой структуре популяции в форме таблицы 9:

Таблица 9

Структура популяции

Показатель	Возраст и пол								Всего	
	1		2		3		...			
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Количество особей										
% от общего количества										

2. На основании полученных данных построить возрастную пирамиду по полам.

3. Сделать выводы о возрастной и половой структуре данной популяции.

4. На основе средних, максимальных и минимальных величин построить графики изменения длины и веса самцов и самок в зависимости от возраста.

5. Сделать выводы о наличии полового диморфизма по длине и весу, а также выводы о возрастных изменениях морфометрических показателей самцов и самок.

Приложение к заданию 4

Таблица 10

Морфометрические показатели популяции плотвы
(Свияжский залив Куйбышевского водохранилища)

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г	№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
1	♀	4	23	210	41	♂	6	16	90
2	♀	4	20	170	42	♂	6	21	160
3	♂	4	16	70	43	♂	6	19	130
4	♂	4	16	80	44	♂	6	18	100
5	♀	5	19	130	45	♂	6	19	120
6	♀	5	17	100	46	♂	6	19	120
7	♀	5	16	70	47	♂	6	19	130
8	♀	5	17	120	48	♂	6	18	100
9	♀	5	17	95	49	♂	6	20	130
10	♀	5	19	160	50	♂	6	18	100
11	♂	5	16	90	51	♂	6	19	120
12	♂	5	16	80	52	♂	6	17	80
13	♂	5	16	80	53	♂	6	18	100
14	♂	5	18	120	54	♂	6	19	110
15	♂	5	17	80	55	♂	6	16	70
16	♂	5	17	100	56	♂	6	20	150
17	♂	5	17	80	57	♂	6	18	100
18	♂	5	19	120	58	♂	6	20	130
19	♂	5	18	130	59	♂	6	20	140
20	♂	5	16	70	60	♂	6	18	110
21	♂	5	16	70	61	♂	6	19	130
22	♂	5	16	80	62	♂	6	18,5	100
23	♂	5	18	120	63	♀	7	25	260
24	♀	6	24	210	64	♀	7	26	320
25	♀	6	22	190	65	♀	7	23	240
26	♀	6	24	250	66	♀	7	24	230
27	♀	6	20	170	67	♀	7	25	280
28	♀	6	18	110	68	♀	7	20	160
29	♀	6	23	250	69	♀	7	19	120
30	♀	6	23	240	70	♀	7	22	170
31	♀	6	24	250	71	♀	7	22	200
32	♀	6	19	120	72	♀	7	23	190
33	♀	6	20	140	73	♀	7	24	270
34	♀	6	24	220	74	♀	7	23	210
35	♀	6	19	120	75	♀	7	27	350
36	♀	6	19	140	76	♀	7	26	310
37	♀	6	20	160	77	♀	7	22	210
38	♀	6	21	170	78	♀	7	23	230
39	♀	6	21	180	79	♀	7	26	350
40	♀	6	22	170	80	♀	7	25	310

Продолжение таблицы 10

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г	№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
81	♀	7	25	350	122	♀	8	26	340
82	♀	7	24	200	123	♀	8	25	350
83	♀	7	19	145	124	♀	8	20,5	130
84	♀	7	21	170	125	♀	8	21	170
85	♀	7	22	180	126	♀	8	21	170
86	♀	7	20	170	127	♀	8	19	125
87	♀	7	21	150	128	♀	8	26,1	210
88	♀	7	20,5	180	129	♀	8	24	260
89	♀	7	19	160	130	♀	8	19	120
90	♀	7	21	200	131	♀	8	19	130
91	♀	7	21	150	132	♀	8	25	290
92	♀	7	19	140	133	♂	8	19,5	130
93	♀	7	25	310	134	♂	8	19,2	129
94	♀	7	22	250	135	♂	8	18,5	115
95	♀	7	23	270	136	♂	8	20	150
96	♂	7	24	240	137	♂	8	21	170
97	♂	7	20	150	138	♂	8	21	140
98	♂	7	20	150	139	♀	9	25	280
99	♂	7	22	180	140	♀	9	26	380
100	♂	7	21	150	141	♀	9	28	350
101	♂	7	21	160	142	♀	9	27	420
102	♂	7	17	90	143	♀	9	28	400
103	♂	7	18,5	110	144	♀	9	25	286
104	♂	7	19	135	145	♀	9	24	260
105	♂	7	20,5	145	146	♀	9	21,5	155
106	♂	7	19	130	147	♀	9	20	140
107	♀	8	25,	260	148	♀	9	20	140
108	♀	8	27	360	149	♀	9	21,5	150
109	♀	8	26	280	150	♀	9	22,5	210
110	♀	8	27	350	151	♀	9	22,5	220
111	♀	8	25	260	152	♀	9	23	225
112	♀	8	25	250	153	♀	9	21,5	220
113	♀	8	26	320	154	♀	9	25,5	320
114	♀	8	25	290	155	♀	9	22	175
115	♀	8	23	270	156	♀	9	23	200
116	♀	8	23	260	157	♀	10	21	180
117	♀	8	26	320	158	♀	10	24,5	300
118	♀	8	26	360	159	♀	10	24	250
119	♀	8	23	700	160	♀	10	23	240
120	♀	8	26	350	161	♀	11	29	545
121	♀	8	25	300	162	♀	11	26	360

Таблица 11

Морфометрические показатели популяции синца (Свияжский залив
Куйбышевского водохранилища)

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г	№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
1	♀	2	16	40	40	♂	2	16	43
2	♀	2	17	71	41	♂	2	17,5	85
3	♀	2	15	43	42	♂	2	17	70
4	♀	2	17,5	88	43	♂	2	16,5	55
5	♀	2	18	75	44	♂	2	18	73
6	♀	2	18,5	80	45	♂	2	17,3	73
7	♀	2	21,5	124	46	♂	2	18,5	95
8	♀	2	17	50	47	♂	2	15,5	43
9	♀	2	17,7	90	48	♂	2	17	62
10	♀	2	16,5	85	49	♂	2	17	55
11	♀	2	17	116	50	♂	2	15,5	50
12	♀	2	17	117	51	♂	2	17	117
13	♀	2	16,5	117	52	♂	2	15,5	50
14	♀	2	15,5	107	53	♂	2	14,5	43
15	♀	2	17	115	54	♂	2	17	67
16	♀	2	14	58	55	♂	2	16	56
17	♀	2	16,5	65	56	♂	2	16	45
18	♀	2	17	72	57	♂	2	17	58
19	♀	2	16,5	60	58	♂	2	17,5	67
20	♀	2	16	47	59	♂	2	16,5	65
21	♀	2	15,5	44	60	♂	2	15	45
22	♀	2	16	50	61	♂	2	17	65
23	♀	2	17	60	62	♂	2	17	60
24	♀	2	17,3	65	63	♂	2	16,7	59
25	♀	2	17,5	67	64	♂	2	14,6	41
26	♀	2	16,7	55	65	♂	2	18	74
27	♀	2	15,5	47	66	♂	2	15,5	45
28	♀	2	16	50	67	♂	2	16,5	60
29	♀	2	17	70	68	♂	2	16,5	60
30	♀	2	16,5	60	69	♂	2	16,5	60
31	♀	2	17	65	70	♂	2	16	45
32	♀	2	15,4	45	71	♂	2	14,5	28
33	♀	2	16,7	56	72	♀	3	21	200
34	♀	2	15,8	54	73	♀	3	21	125
35	♀	2	16,6	57	74	♀	3	22	150
36	♀	2	16,5	50	75	♀	3	21,5	130
37	♀	2	15	48	76	♀	3	20,5	120
38	♀	2	15,2	39	77	♀	3	21	120
39	♂	2	15	45	78	♀	3	17,5	70

Продолжение таблицы 11

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г	№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
79	♀	3	22	135	113	♀	5	27,5	255
80	♀	3	21,5	80	114	♀	5	27	265
81	♀	3	22,5	175	115	♀	5	27,5	297
82	♀	3	21	110	116	♀	5	24	155
83	♀	3	23,5	180	117	♂	5	28	300
84	♀	3	22,7	148	118	♂	5	27	300
85	♀	3	21	125	119	♂	5	25,5	212
86	♀	3	25	225	120	♀	6	29	330
87	♂	3	15,5	50	121	♀	6	28	320
88	♂	3	19	100	122	♂	6	26,5	245
89	♂	3	21	150	123	♂	6	27	255
90	♂	3	21,5	150	124	♂	6	27,5	265
91	♂	3	17,5	59	125	♂	6	29	230
92	♂	3	23,5	175	126	♂	6	29	327
93	♂	3	20,5	145	127	♀	7	29	325
94	♂	3	22	150	128	♀	7	30	400
95	♂	3	20	105	129	♀	7	31	425
96	♂	3	22,5	160	130	♂	7	31	415
97	♂	3	22	170	131	♂	7	29	315
98	♂	3	21	127	132	♂	7	27	310
99	♂	3	23	150	133	♀	8	32	500
100	♂	3	22	140	134	♀	8	30	350
101	♂	3	21,5	135	135	♀	8	30	355
102	♂	3	19,8	92	136	♀	8	31	400
103	♀	4	22,5	160	137	♀	8	28,5	337
104	♀	4	23	155	138	♀	8	32	400
105	♀	4	22	145	139	♀	8	28	350
106	♀	4	24,5	240	140	♂	8	27	280
107	♀	4	24	160	141	♂	8	27	270
108	♀	4	25	220	142	♂	8	31	440
109	♂	4	22	130	143	♂	8	28	305
110	♀	5	28	300	144	♂	8	30	323
111	♀	5	29	310	145	♀	9	31	395
112	♀	5	22	130					

Таблица 12

Морфометрические показатели популяции жереха
(Свияжский залив Куйбышевского водохранилища)

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г	№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
1	♀	1	19,6	112	39	♂	3	21	136
2	♀	1	19,0	118	40	♂	3	27	270
3	♂	1	18,8	95	41	♂	3	26,5	240
4	♂	1	18,4	91	42	♂	3	24	225
5	♀	2	20	110	43	♂	3	27,5	320
6	♀	2	21,3	140	44	♂	3	21,5	142
7	♀	2	20,6	120	45	♀	4	33,6	430
8	♀	2	20,3	115	46	♀	4	39	545
9	♀	2	21,0	135	47	♀	4	35,2	535
10	♀	2	20,7	122	48	♀	4	33	428
11	♂	2	21,4	140	49	♀	4	29,8	330
12	♂	2	23	175	50	♀	4	32	383
13	♂	2	22	175	51	♀	4	35	585
14	♂	2	22	145	52	♀	4	34	515
15	♂	2	21,7	150	53	♀	4	30	350
16	♂	2	22,6	170	54	♀	4	28,8	358
17	♂	2	22,2	173	55	♀	4	33,5	440
18	♂	2	21,8	147	56	♀	4	35,4	550
19	♀	3	26,3	255	57	♀	4	32	420
20	♀	3	28,4	273	58	♀	4	30	434
21	♀	3	27	242	59	♀	4	30	373
22	♀	3	25	195	60	♀	4	32,2	400
23	♀	3	26	235	61	♀	4	34,5	540
24	♀	3	29	330	62	♀	4	34	525
25	♀	3	24,4	197	63	♀	4	33	440
26	♀	3	27	260	64	♀	4	32,8	535
27	♀	3	26,3	255	65	♀	4	29	280
28	♀	3	28	270	66	♀	4	35	560
29	♀	3	27,4	250	67	♀	4	34	455
30	♀	3	25,5	200	68	♀	4	29	300
31	♀	3	26,2	240	69	♀	4	31,2	345
32	♀	3	28,4	320	70	♀	4	32	460
33	♀	3	24,6	199	71	♀	4	27	300
34	♀	3	27	265	72	♀	4	31,5	385
35	♂	3	28	275	73	♀	4	31,5	360
36	♂	3	26	220	74	♀	4	32	410
37	♂	3	25	240	75	♀	4	33,6	430
38	♂	3	28	330	76	♀	4	28,8	358

Продолжение таблицы 12

№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г	№	Пол	Возраст, лет	Длина, см	Вес, г
77	♀	4	30	373	115	♂	4	32,5	395
78	♀	4	32,8	535	116	♂	4	33	440
79	♀	4	27	300	117	♂	4	38	660
80	♀	4	30	350	118	♂	4	32,5	410
81	♀	4	39	545	119	♂	4	33	430
82	♀	4	30	434	120	♂	4	31,5	370
83	♀	4	32	460	121	♂	4	35	480
84	♀	4	32	420	122	♂	4	36,4	555
85	♀	4	33	440	123	♂	4	33,7	502
86	♀	4	29	300	124	♂	4	29,6	360
87	♀	4	35,2	535	125	♀	5	42,4	1250
88	♀	4	29	280	126	♀	5	36	630
89	♀	4	34	515	127	♀	5	42	860
90	♀	4	32	410	128	♀	5	31	335
91	♀	4	34,5	540	129	♀	5	41	860
92	♀	4	31,5	360	130	♀	5	38,6	705
93	♀	4	35	585	131	♀	5	44	1260
94	♀	4	31,5	385	132	♀	5	37,4	630
95	♀	4	32	383	133	♀	5	42	875
96	♀	4	34	455	134	♀	5	41	990
97	♀	4	33,5	440	135	♀	5	33,2	465
98	♀	4	31,2	345	136	♀	5	42	1150
99	♀	4	29,8	330	137	♀	5	36,5	670
100	♀	4	32,2	400	138	♀	5	43	905
101	♀	4	35	560	139	♀	5	31,5	340
102	♀	4	34	525	140	♀	5	43	880
103	♀	4	35,4	550	141	♀	5	38	700
104	♀	4	33	428	142	♀	5	41	1150
105	♂	4	32	385	143	♀	5	37	620
106	♂	4	33,4	445	144	♀	5	42	880
107	♂	4	37,4	640	145	♀	5	41	995
108	♂	4	32	400	146	♀	5	33,2	465
109	♂	4	32	410	147	♂	5	45,4	1410
110	♂	4	31	365	148	♂	5	35	545
111	♂	4	34	465	149	♂	5	32,3	455
112	♂	4	36	540	150	♂	5	40,8	1330
113	♂	4	34	510	151	♂	5	37	560
114	♂	4	29	355	152	♂	5	34,3	480

Задание 5. ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ РАСТЕНИЙ: ОСНОВНЫЕ ПЕРИОДЫ ЖИЗНИ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ, ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ РАСТЕНИЙ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЛЕСОВ

Цель работы: Изучить возрастной состав популяций и изменение морфометрических показателей растений в зависимости от интенсивности рекреационного воздействия.

Для модулярных многолетних организмов (например, травянистые сосудистые растения), абсолютный возраст особей определить достаточно трудно, так как в течение вегетационного сезона происходит одновременное нарастание и отмирание биомассы. Поэтому чаще выделяют возрастные состояния растения.

Возрастные состояния (периоды жизни) цветковых растений:

- *латентный период* — состояние первичного покоя (семена);
- *виргинильный период* — состояние от прорастания семян до достижения возможности цвести и плодоносить (последовательно включает состояние проростков, ювенильных и имматурных особей, различающихся площадью листовой поверхности и степенью сложности листовой пластинки);
- *генеративный период* — состояние, характеризующееся способностью особей цвести и плодоносить;
- *сенильный период* — старческое состояние, характеризующееся неспособностью особей размножаться генеративно.

Материалом для данной работы послужили данные исследований в лесных массивах пригородной зоны г. Казани, подверженных рекреационному воздействию различной степени. В ходе работы определялся возрастной состав популяций различных видов древесных и травянистых растений. Кроме того, для травянистых растений определялся ряд морфометрических показателей (высота побегов, площадь листовой поверхности, вес вегетативной и генеративной частей, количество и вес семян и др.).

Порядок выполнения работы

1. Рассчитать долю каждой возрастной группы в популяции (в %) и построить возрастные спектры популяций растений на участках с различной степенью рекреационного воздействия.

2. На основе построенных возрастных спектров проанализировать возрастной состав популяций, находящихся на ненарушенных (или мало нарушенных) участках, и оценить его изменение при усилении рекреационной нагрузки.

3. Проанализировать изменение морфометрических показателей популяций травянистых растений при увеличении рекреационного воздействия.

4. Рассчитать репродуктивное усилие (РУ) популяций травянистых растений и проанализировать его изменение при усилении рекреационного воздействия.

$$РУ = ВГ / (ВВ + ВГ), \text{ где}$$

ВГ – вес генеративной части растения,

ВВ - вес вегетативной части растения.

5. Сделать выводы о "стратегии выживания" различных видов растений при усилении рекреационного воздействия.

Приложение к заданию 5

Таблица 13

Среднее арифметическое количество особей липы сердцевидной (липняк пролесниково-снытево-разнотравный) на площадке 400 м²

Возрастное состояние	Участок 1	Участок 2	Участок 3
Проростки	6	3	1
Ювенильные	10	14	11
Имматурные	135	72	42
Взрослые виргинильные	37	6	19
Молодые генеративные	31	8	8
Средние генеративные	31	36	65
Старые генеративные	4	11	13
Всего	254	150	159

Участок 1 Раифский участок ВКГПБЗ;

Участок 2 Район «Горки» (среднее рекреационное воздействие);

Участок 3 Район «Горки» (сильное рекреационное воздействие).

Таблица 14

Среднее арифметическое количество особей липы сердцевидной (липняк осоко-снытево-разнотравный) на площадке 400 м²

Возрастное состояние	Участок 1	Участок 2	Участок 3
Проростки	5	10	2
Ювенильные	13	21	15
Имматурные	238	563	275
Взрослые виргинильные	84	115	49
Молодые генеративные	54	25	21
Средние генеративные	27	30	78
Старые генеративные	20	4	3
Всего	441	768	443

Участок 1 Раифский участок ВКГПБЗ;

Участок 2 Лесопарк «Лебяжье» (минимальное рекреационное воздействие);

Участок 3 Лесопарк «Лебяжье» (среднее рекреационное воздействие).

Таблица 15

Среднее арифметическое количество особей сосны обыкновенной
на площадке 400 м²

Возрастное состояние	Участок 1	Участок 2	Участок 3
Проростки	-	-	-
Ювенильные	-	6	-
Взрослые виргинильные	17	16	-
Молодые генеративные	23	9	3
Средние генеративные	46	47	47
Сенильные	1	1	1
Всего	87	79	51

Участок 1 Раифский участок ВКГПБЗ;

Участок 2 Лесопарк «Лебяжье» (среднее рекреационное воздействие);

Участок 3 Лесопарк «Лебяжье» (сильное рекреационное воздействие).

Таблица 16

Среднее арифметическое количество особей полевицы тонкой
на площадке 1 м²

Возрастное состояние	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4
Молодые генеративные	2	2	3	3
Средние генеративные	0,3	0,5	0,52	1
Старые генеративные	0,1	0,1	0,12	0,4
Сенильные	0,02	0,02		
Всего	2,42	2,62	3,64	4,4

Участок 1 Раифский участок ВКГПБЗ;

Участок 2 Лесопарк «Лебяжье»;

Участок 3 Лесопарк «Лебяжье» (сильное рекреационное воздействие);

Участок 3 Лесопарк «Лебяжье» (вытоптаный участок).

Таблица 17

Средние морфометрические показатели особей полевицы тонкой

Морфометрический показатель	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4
Высота (см)	41	42	35,43	29,85
Вес вегетативной части (мг)	151	220	268,9	189,9
Вес генеративной части (мг)	57	53	49,6	28,4

Участок 1 Раифский участок ВКГПБЗ;

Участок 2 Лесопарк «Лебяжье»;

Участок 3 Лесопарк «Лебяжье» (сильное рекреационное воздействие);

Участок 3 Лесопарк «Лебяжье» (вытоптаный участок).

Таблица 18

Среднее арифметическое количество особей хохлатки плотной
на площадке 1 м²

Возрастное состояние	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4
Проростки	4	2	1	1
Ювенильные	4	3	1	1
Имматурные	3	2	2	1
Виргинильные	4	3	2	0,4
Сенильные	0,1	-	1	0,4
Всего	15,1	10	7	3,8

Участок 1 Раифский участок ВКГПБЗ;

Участок 2 Район «Горки» (минимальное рекреационное воздействие);

Участок 3 Район «Горки» (минимальное рекреационное воздействие);

Участок 4 Район «Горки» (среднее рекреационное воздействие) ;

Таблица 19

Средние морфометрические показатели особей хохлатки плотной

Морфометрический показатель	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4
Высота (см)			24	22
Площадь листовой поверхности (мм ²)			3978	6396
Вес вегетативной части (мг)	150	133	144	172
Количество плодов	9	7	6	7
Количество семян	23	32	11	19
Вес одного плода (мг)	6	3	1,6	2,5
Вес одного семени (мг)	1	0,6	1,5	1,3

Участок 1 Раифский участок ВКГПБЗ;

Участок 2 Район «Горки» (минимальное рекреационное воздействие);

Участок 3 Район «Горки» (минимальное рекреационное воздействие);

Участок 4 Район «Горки» (среднее рекреационное воздействие).

Таблица 20

Среднее арифметическое количество особей черники
на площадке 1 м²

Возрастное состояние	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4	Участок 5
Имматурные	3	7	4	2	3
Взрослые виргинильные	4	1	2	3	2
Молодые генеративные	2	2	2	4	2
Средние генеративные	0,12	3	1	3	1
Старые генеративные	1	2	1	2	1
Субсенильные	0,4	0,4	0,4	0,36	1
Сенильные	0,32	0,08	0,08	0	0,04
Всего	10,84	15,48	10,48	14,36	10,04

Участок 1 Раифский участок ВКГПБЗ

Участок 2 Лесопарк «Лебяжье» (среднее рекреационное воздействие);

Участок 3 Лесопарк «Лебяжье» (сильное рекреационное воздействие);

Участок 4 Лесопарк «Лебяжье» (среднее рекреационное воздействие);

Участок 5 Лесопарк «Лебяжье» (сильное рекреационное воздействие).

Таблица 21

Средние морфометрические показатели особей черники

Морфометрический показатель	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4	Участок 5
Высота (см)	30	29	25	25	30
Площадь листовой поверхности (мм ²)	2078	1235	985	31367	13581
Вес вегетативной части (мг)	3144	2912	1963	1757	1991
Количество плодов	4	6	4	1	1
Вес одного плода (мг)	39	26	26	27	29

Участок 1 Раифский участок ВКГПБЗ;

Участок 2 Лесопарк «Лебяжье» (среднее рекреационное воздействие);

Участок 3 Лесопарк «Лебяжье» (сильное рекреационное воздействие);

Участок 4 Лесопарк «Лебяжье» (среднее рекреационное воздействие);

Участок 5 Лесопарк «Лебяжье» (сильное рекреационное воздействие).

Таблица 22

Среднее арифметическое количество особей сныти
обыкновенной на площадке 1 м²

Возрастное состояние	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4	Участок 5
Молодые генеративные	10	9	11	11	12
Средние генеративные	3	1	1	1	2
Сенильные	4	3	0,16	0,08	0,12
Всего	17	13	12,16	12,08	14,12

Участок 1 Раифский участок ВКГПБЗ;

Участок 2 Район «Горки» (минимальное рекреационное воздействие);

Участок 3 Район «Горки» (минимальное рекреационное воздействие);

Участок 4 Район «Горки» (среднее рекреационное воздействие);

Участок 5 Район «Горки» (сильное рекреационное воздействие).

Таблица 23

Средние морфометрические показатели особей сныти обыкновенной

Морфометрический показатель	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4	Участок 5
Генеративное 1					
Высота (см)	44	41	46	52	42
Площадь листовой поверхности (мм ²)	2278	2173	6294	19715	17436
Вес вегетативной части (мг)	2244	1978	1033	1117	812
Генеративное 2					
Высота (см)	75	73	90,8	75	72
Площадь листовой поверхности (мм ²)	2911	1535	29100	30572	32543
Вес вегетативной части (мг)	3821	2002	2345	1521	1917
Вес генеративной части (мг)	667	282	413	208	202

Участок 1 Раифский участок ВКГПБЗ;

Участок 2 Район «Горки» (минимальное рекреационное воздействие);

Участок 3 Район «Горки» (минимальное рекреационное воздействие);

Участок 4 Район «Горки» (среднее рекреационное воздействие);

Участок 5 Район «Горки» (сильное рекреационное воздействие).

Задание 6. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ: ТИПЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ В ПРОСТРАНСТВЕ, ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ ЗАКОНУ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПУАССОНА

Цель работы: определить тип пространственного распределения особей в популяции вида.

Основными типами распределения организмов в пространстве являются:

Равномерное — особи в пределах занятого популяцией пространства распределены на равном расстоянии друг от друга (регулярно). что в природных условиях практически не отмечается.

Случайное — особи в пределах занятого популяцией пространства распространены в соответствии с математическим законом распределения Пуассона. При таком распределении вероятность обнаружения особи в любой точке пространства одинакова. Это возможно при относительно однородных условиях среды (когда мозаичность не выражена) и низкой плотности популяции.

Групповое — особи в пространстве образуют скопления. К причинам, определяющим образование агрегаций, относятся мозаичность среды, биологические особенности размножения видов, особенности социальной структурированности популяции. Пространственная структура популяций этого типа наиболее распространена в природных условиях.

В качестве исходных материалов для данной работы используются результаты геоботанического исследования лесного массива в Высокогорском районе РТ.

Порядок выполнения работы

1. Провести ранжирование исходных данных по количеству особей на пробной площадке (подсчитать количество площадок (y_i) с 0, 1, 2, 3, ... и особями на площадке).

2. Рассчитать теоретически ожидаемое распределение особей по площадкам (y) при абсолютно случайном распределении. Вычисление проводится по формулам распределения Пуассона:

$$y_n' = e^{-x} N \frac{x^n}{n!},$$

где e - основание натурального логарифма,
 x - среднее количество особей на площадке,
 N - общее количество площадок,
 n - количество особей на одной площадке.

В связи с тем, что анализ проводим для уровня значимости 0.95, то если $y' < 5\%$ от общего теоретически ожидаемого количества площадок, классы необходимо укрупнить так, чтобы общее ожидаемое количество площадок y' составляло бы $> 5\%$.

3. Все полученные результаты занести в таблицу 24:

Таблица 24

Сводная таблица

Классы по кол-ву особей на 1 площадке	0	1	2	...	n
Эмпирическое кол-во площадок (y_i)					
Теоретически ожидаемое количество площадок (y_i^2)					

4. Рассчитать значения χ^2 по формуле:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - y_i')^2}{y_i'}$$

5. Число степеней свободы определяется по формуле $\nu = n - 2$, где n - количество выделенных классов.

6. По таблице стандартных значений χ^2 определить χ_{ST}^2 .

Если $\chi^2 < \chi_{ST}^2$, то эмпирическое распределение незначительно отличается от теоретически ожидаемого, рассчитанного по закону случайного распределения Пуассона и распространение данного вида случайно.

Если $\chi^2 > \chi_{ST}^2$, то эмпирическое распределение значительно отличается от теоретически ожидаемого и, следовательно, распределение данного вида групповое.

7. В том случае, если после укрупнения классов число выделенных классов равно 2, и, соответственно, $v = 0$, соответствие эмпирического распределения закону Пуассона можно определить исходя из свойства последнего, в соответствии с которым $\sigma^2 = x$, где σ^2 - дисперсия, x - среднее количество особей на площадке.

Но так как при анализе реального материала, ограниченного объемом выборки это равенство не будет соблюдаться, то предложен критерий соответствия:

$$S = \sqrt{\frac{2N}{(N-1)^2}}, \text{ где } N \text{ — общее количество площадок.}$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N - 1}, \text{ где:}$$

x_i – эмпирические значения количества особей на площадке

\bar{x} – средняя арифметическая

N – количество площадок

Если выполняется условие $1 - 2S < \frac{\sigma^2}{x} < 1 + 2S$, то распределение соответствует закону Пуассона.

Приложение к заданию 6

Таблица 25

Обилие травянистых растений (количество особей)
на пробных площадках 1x1 м

№ пробной площадки	Пыльцеголовник красный	Дремлик темно-красный	Коротконожка перистая	Ландыш майский	Колокольчик сибирский	Золотая розга обыкновенная	Подмаренник настоящий	Орляк обыкновенный	Проростки клена остролистного
1			4			1	3		
2	1		4				1		
3		1							3
4		1	2		1		3		1
5		1			1				2
6	1	2		4	1				
7		1		6		2			
8	1			5	2				
9	2			..			5		
10	1						2		
11		1	3				4		
12			5		2				1
13	2				3	1			2
14	2	2	1		2		3		1
15	1		4				2		2
16				4		1			
17				6					
18	4			6	2				
19	4						4		
20							3	1	
21	2	1			1	1			
22	4	1			2				1
23	2	1			3				
24	2	1			4		1		

Продолжение таблицы 25

№ пробной площадки	Пыльцеголовник красный	Дремлик темно-красный	Коротконожка перистая	Ландыш майский	Колокольчик сибирский	Золотая розга обыкновенная	Подмаренник настоящий	Орляк обыкновенный	Проростки клена остролистного
25	1	1					10		2
26		2		4					2
27		3		2		1			3
28				6					
29						1			1
30							7		2
31	6	1				1	1		
32	2					1	5		
33	5	1	5		1				
34	3				2	1			3
35		1				1	3		
36				5					3
37			6	3					2
38			2						1
39			2						
40			3				6		
41	1	1					2		
42	4						6		
43							2		
44				3					
45				2	2				
46		1							
47									4
48	2	1	5						2
49			8						3
50			3				6		1
51	2	1		2					
52	4			3					
53									
54								1	
55		1		3				2	
56	1	1							
57			6						3
58			4					2	2

Продолжение таблицы 25

№ пробной площадки	Пыльцеголовник красный	Дремлик темно-красный	Коротконожка перистая	Ландыш майский	Колокольчик сибирский	Золотая розга обыкновенная	Подмаренник настоящий	Орляк обыкновенный	Проростки клена остролистного
59			5					2	
60			3						2
61		1							
62						1			
63						1			
64								1	
65								2	3
66									3
67									5
68									2
69			2						2
70			5						4
71				4					
72				5					
73	*			3					
74				6					
75			7						
76			4						
77	1		6						
78			5						
79			3						
80		1							
81		2						2	3
82		1						3	1
83	1		4				4		1
84							5	3	
85					2			2	
86									
87								3	
88								4	1
89							5	3	
90							3	4	
91								3	
92								1	

Продолжение таблицы 25

№ пробной площадки	Пыльцеголовник красный	Дремлик темно-красный	Коротконожка перистая	Ландыш майский	Колокольчик сибирский	Золотая розга обыкновенная	Подмаренник настоящий	Орляк обыкновенный	Проростки клена остролистного
93							3		
94							3	3	
95							4	2	
96								3	
97								2	
98									
99	1								
100							3	2	
101								3	2
102								4	1
103								2	2
104								3	
105								1	
106								1	3
107								4	
108								3	2
109								2	1
110								3	2
111								1	
112					2				
113						1			
114				3		1			
115				3					
116				4				1	
117				2					2
118									2
119									3
120									2
121					2				
122					1				
123									1

Задание 7. ОЦЕНКА ВЗАИМООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ВИДАМИ МЕТОДОМ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА СОПРЯЖЕННОСТИ

Цель работы: оценить характер и степень взаимоотношения между некоторыми видами в растительном сообществе.

Так как встречаемость и обилие видов, образующих сообщества, определяются комплексом экологических факторов, в том числе и биотических, зависимость количественных характеристик одного вида от другого как правило не является функциональной. При стохастическом характере зависимостей вычислять коэффициент корреляции между этими видами не целесообразно. Поэтому более правильным будет оценка сопряженности видов. Сопряженность между видами может быть: положительной, при которой виды произрастают совместно; отрицательной, при которой виды избегают друг друга; отсутствие сопряженности - виды распространяются независимо друг от друга.

Для выполнения задания взять данные об обилии трех видов из таблицы 7 (приложение к заданию 2).

Порядок выполнения работы

1. Для анализа сопряженности встречаемости видов использовать таблицу 2x2:

		Вид А		
		+	-	
Вид Б	+	a(a')	b(b')	(a+b)
	-	c(c')	d(d')	(c+d)
		(a+c)	(b+d)	N

где: a - количество площадок, на которых отмечены оба вида;

b - количество площадок, на которых отмечен только вид b;

c - количество площадок, на которых отмечен только вид a;

d - количество площадок, на которых оба вида не отмечены;

N - общее количество площадок.

2. Рассчитать теоретически ожидаемые величины (a', b', c', d') при абсолютно

независимом распределении. Данные вычисления производят на основе правила: ожидаемая частота какой-либо клетки таблицы 2x2 равна произведению краевых сумм той строки и того столбца, на пересечении которых находится клетка, деленному на общее число площадок (N), т.е.

$$a' = \frac{(a+c)(a+b)}{N}, b' = \frac{(a+b)(b+d)}{N}, c' = \frac{(a+c)(c+d)}{N}, d' = \frac{(b+d)(c+d)}{N}.$$

3. Оценить различия эмпирических (a, b, c, d) и теоретически ожидаемых (a', b', c', d') распределений с помощью критерия χ^2 :

$$\chi^2 = \frac{(a-a')^2}{a'} + \frac{(b-b')^2}{b'} + \frac{(c-c')^2}{c'} + \frac{(d-d')^2}{d'}.$$

При построении матрицы 2x2 число степеней свободы $n=1$, а $\chi_{st}^2 = 3,8$.

Если $\chi^2 < \chi_{st}^2$, то эмпирическое распределение соответствует теоретически ожидаемому, и, следовательно, сопряженность между данными видами отсутствует.

Если $\chi^2 > \chi_{st}^2$, то эмпирическое распределение не соответствует теоретически ожидаемому, и, следовательно, имеет место сопряженное распределение видов.

В данном случае, если:

a > a' и d > d' - сопряженность положительная;

b > b' и c > c' - сопряженность отрицательная.

4. Заполнить таблицу значений χ^2 оценки сопряженности трех видов.

Таблица 26

Значения χ^2 для оценки сопряженности трех видов

	Вид 1	Вид 2	Вид 3
Вид 1			
Вид 2			
Вид 3			

Задание 8. ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ: ЗНАЧИМОСТЬ ВИДОВ В СООБЩЕСТВЕ, КРИВЫЕ ЗНАЧИМОСТИ ВИДОВ

Цель работы: Изучить распределение значимости видов в сообществе на основе сравнения кривых значимости с гипотетическими кривыми.

Синэкология – раздел экологии, изучающий взаимоотношения биологических систем надорганизменного уровня (популяций, сообществ, экосистем) со средой. Группировки совместно обитающих и взаимосвязанных видов называют биоценозом. Понятие биоценоз было предложено в 1877 г. К. Мебиусом. Каждый организм живет в окружении множества других, вступает с ними в разнообразные отношения, как с отрицательными, так и положительными для себя последствиями. Приспособленность членов биоценоза к совместной жизни выражается в определенном сходстве требований к важнейшим абиотическим условиям среды и закономерных отношениях друг с другом. Тесная взаимосвязь организмов друг с другом – это необходимое условие их питания и размножения, возможность защиты и смягчения неблагоприятных условий среды с одной стороны и опасность ущерба или даже непосредственная угроза жизни – с другой. Под структурой биоценозов понимается: видовая структура или видовое разнообразие; пространственная структура, и функциональная структура. По определению В. Мазинга соответственно структуру сообщества следует рассматривать как 1 - синоним видового состава, 2 - синоним пространственного строения и 3 – синоним функциональных взаимодействий видов.

Основу возникновения, существования и устойчивости биоценозов представляют собой различные отношения организмов, обусловленные тесными взаимосвязями организмов со средой их обитания и друг с другом.

Значимость представляет группу оценок, с помощью которых виды могут сравниваться друг с другом по доле их участия в сложении сообщества. При анализе структуры видового состава сообщества определяются виды значимые, преобладающие по обилию или по биомассе, и менее значимые.

Относительная значимость вида в сообществе оценивается по формуле:

$$r_i = n_i/N, \text{ где:}$$

r_i - относительная значимость вида i ,

n_i - значимость вида i

N – суммарная значимость всех видов (например, по учету биомассы или проективному покрытию).

По данным об относительной значимости видов в сообществе строятся кривые распределения, когда по оси абсцисс определяется порядок видов от более значимых к менее значимым, а по оси ординат относительная значимость вида.

Существует несколько гипотез толкования кривых значимости видов. Гипотетические кривые значимости, соответствующие рассматриваемым гипотезам представлены на рисунке 3.

Гипотеза случайных границ между нишами Р. Мак-Артура

Гипотеза предполагает, что границы ресурсов ниши для разных видов расположены случайным образом. Полученная в этом случае кривая приближается к статистике некоторых небольших учетов для таксономически родственных видов из узко очерченных гомогенных сообществ (рис. 3, кривая А), например, для гнездящихся птиц ограниченного участка леса. Гипотезой случайных границ между нишами можно описать лишь достаточно редкие случаи (в условиях острой конкуренции и стабильных популяций).

Гипотеза перехвата ниш

Данная гипотеза предполагает, что размеры ниш в основном определяются по последовательности захвата определенными видами частей пространства ниши. В этом случае менее удачливые виды занимают то, что осталось (рис. 3, кривая В). Например, 1-ый вид занимает 50 %, 2-ой - 25, 3-ий - 12,5 и т.д. Гипотеза обычно характеризует сообщества с малым числом видов, обитающих в суровых условиях среды. В таких сообществах ярко выражено явление доминирования.

Логнормальное распределение Ф.У. Престона

Размер пространства ресурсов, занятого видом, определяется большим количеством факторов, влияющих на относительный успех конкуренции. Некоторые виды хорошо приспосабливаются к условиям существования, некоторые плохо. Большинство видов будет иметь среднее значение (рис. 3, кривая С). Это распределение характерно для большинства многовидовых сообществ.

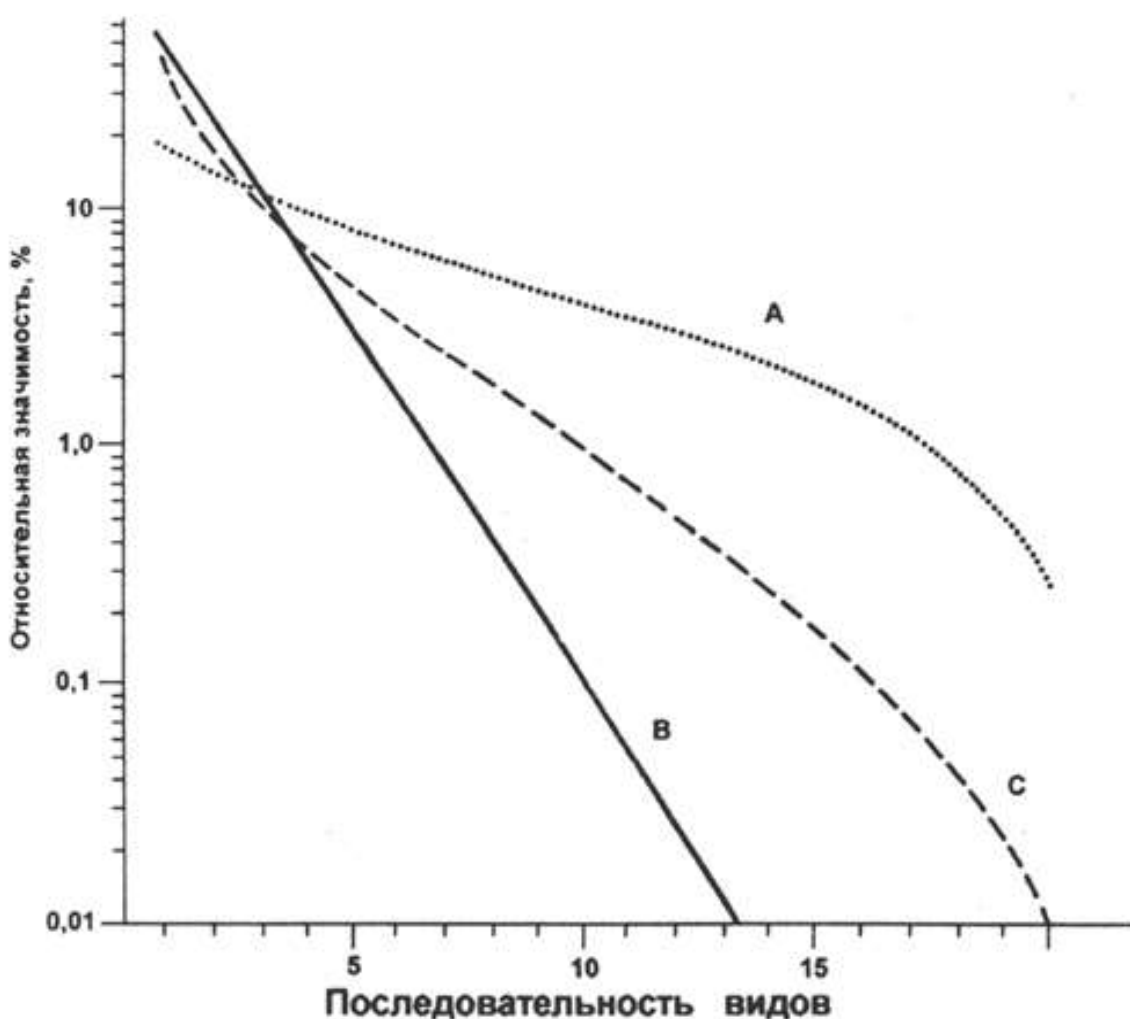


Рис. 3. Гипотетические кривые значимости видов (Уиттекер, 1980).

Порядок выполнения работы

1. Вычислить относительную значимость видов в сообществе (в % от суммарного проективного покрытия) и на основании полученных данных построить кривую значимости видов (ось X - последовательность видов в

порядке убывания их значимости, ось Y - относительная значимость видов, логарифмическая шкала).

2. Провести ранжирование проективного покрытия видов исследуемого сообщества по классам и построить таблицу 26 и соответствующий график (ось X - класс проективного покрытия, ось Y - число видов, входящих в данный классовый интервал).

Таблица 27

Ранжирование проективного покрытия видов

Классовые интервалы	0,01-0,02	0,02-0,04	0,04-0,08	0,08-0,16	0,16-0,32	0,32-0,64	0,64-1,28	...
Количество видов

3. Сравнив полученные кривые значимости с гипотетическими кривыми, сделать выводы о типе распределения значимости видов в сообществе.

Приложение к заданию 8

Участок 1 – сообщество видов напочвенного покрова широколиственного леса;

Участок 2 – сообщество видов напочвенного покрова сосняка бруснично-зеленомошного;

Участок 3 – сообщество видов напочвенного покрова сосняка ландышевого;

Участок 4 – сообщество видов напочвенного покрова сосняка костячно-ландышевого;

Участок 5 – сообщество видов напочвенного покрова сосняка чернично-орлякового.

Среднее проективное покрытие видов растений на пробных площадках (%)

Вид	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4	Участок 5
Бор развесистый	0,1				
Борец высокий	16,8				
Брусника		0,7	0,2	4	1,2
Будра плюще видная	0,2				
Вейник наземный				9,9	9,6
Вейник тростниковидный		8,1	3	3,4	
Вероника дубравная		0,5		0,5	0,8
Вероника лекарственная		0,4	2,8	0,1	0,2
Герань луговая			0,3		
Горошек заборный			0,04		
Дрок красильный				1,4	
Душистый колосок		1,5			
Очиток заячья капуста		0,3			
Звездчатка жестколистная	0,3				
Звездчатка злаковидная		0,8	1,5		
Звездчатка средняя			1,8		
Зверобой продырявленный		0,6	0,4		
Земляника лесная		20	52,4	6,2	1,5
Зимолюбка зонтичная		3	0,4		
Змеголовник Руйша			0,2		
Золотая розга обыкновенная		0,5	0,6	1,9	0,22
Иван-чай узколистный		0,6			
Келерия сизая		0,2			
Кислица обыкновенная			43		7,6
Колокольчик раскидистый			0,04		
Копытень европейский	0,5				
Короставник полевой		0,8	0,9		
Коротконожка перистая		6,3			
Костяника		1,7	6,1	10	24
Кошачья лапка двудомная		4,2		0,5	
Крапива двудомная	12,6		1,5		
Кульбаба шершавая		0,3			
Купена лекарственная		2,2	6,7	4,1	
Купена многоцветковая	0,2				
Купырь лесной	0,8				
Ландыш майский		2,2	62	13,4	5,6
Майник двулистный				0,1	0,04
Малина обыкновенная	0,6				
Марьянник луговой		0,1		6,1	0,2

Продолжение таблицы 28

Вид	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4	Участок 5
Мелколепестник едкий				3,1	0,04
Мятлик дубравный		2,7	1	7	
Ожика волосистая		3,2		0,01	0,6
Орляк обыкновенный				0,21	38
Ортилия однобокая		0,7	1,3	0,1	1,3
Осока волосистая	0,7		0,9		
Осока стоповидная		0,2			
Перловник поникший		0,1	37	4,4	0,02
Плаун годичный		0,1			
Плаун сплюснутый		0,05			
Подмаренник мягкий		1	0,2	1,5	
Полевица гигантская		5,1			
Полевица тонкая		4,7	2	1,7	
Прозанник крапчатый				1	0,6
Пролесник многолетний	35,8				
Прострел раскрытый		1	0,6	5,4	
Седмичник европейский					0,2
Скерда сибирская	0,1				
Смолевка поникшая		1,7	1,6	0,01	
Смолка обыкновенная		0,2	0,02		
Сныть обыкновенная	20,4				
Страусник обыкновенный	8,5				
Тимофеевка степная		0,1			
Черноголовник			0,06		
Фиалка песчаная		3,16			
Фиалка собачья			0,7	0,7	0,02
Цицербита уральская	20,3				
Черника		2	1,1	0,7	9,6
Чистотел большой			1,5		
Чистец лесной	0,4				
Щавелек		0,5			
Щитовник мужской	0,4				1
Щитовник австрийский			0,5		
Ястребинка волосистая		2,2		0,9	
Мох Дикранум		14,8	3,3	2	
Мох Плеурозиум Шребера		7,8	1,4	5,5	6,5
Всего видов	17	41	35	30	22

Задание 9. ПОКАЗАТЕЛИ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ СООБЩЕСТВА, ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА

Видовой состав является одной из основных характеристик сообщества, который может быть представлен как простым перечнем видов, так и с указанием их количественных значений (обилия, продуктивности и др.). Обычно для оценки видového разнообразия используют индексы концентрации доминирования Симпсона (С) и индекс выровненности или равномерности распределения Шеннона (Н).

Индекс разнообразия Симпсона (мера концентрации доминирования) вычисляется по формуле:

$$C = \sum (n_i/N)^2 = \sum p_i^2$$

Индекс Шеннона (Н), также зависит от совокупности значений P_i и вычисляется по формуле:

$$H = - \sum P_i \lg P_i$$

*разные авторы используют разные логарифмы - с основанием 10, 2 или натуральный логарифм.

N – сумма значимостей всех видов сообщества (численность, биомасса или проективное покрытие)

n_i – абсолютная значимость (численность, биомасса или проективное покрытие) i -го вида

P_i – относительная значимость (доля от общей суммы значимостей всех видов) i -го вида.

Сумма показателя (биомасса/численность) всех видов в сообществе берется за 100%. По пропорции рассчитывается доля каждого вида. Это и будет его P_i . P_i изменяется от 0 до 1, если вы посчитали в %, то не забудьте поделить на 100.

Для оценки сходства видového состава двух и более сообществ или для оценки изменения видového разнообразия одного сообщества в течение времени пользуются коэффициентами общности (сходства) или различия. Коэффициент общности Серенсена-Чекановского (КО), учитывающий лишь факт присутствия того или иного вида:

$$KO = \frac{2c}{a+b}$$

где: а - число видов в первом сообществе, b - число видов во втором сообществе, с - число общих видов для первого и второго сообществ.

При наличии тех или иных количественных характеристик видов для оценки различий видового разнообразия наиболее целесообразно использовать коэффициент различия (КР), который определяется как отношение Эвклидова расстояния (ЭР) к максимально возможному Эвклидову расстоянию (ЭР_{max}):

$$KR = \frac{\text{ЭР}}{\text{ЭР}_{\max}} = \frac{\sqrt{\sum (x_{i1} - x_{i2})^2}}{\sqrt{\sum (x_{i1})^2 + \sum (x_{i2})^2}}$$

где: x_{i1} и x_{i2} – значения численности или биомассы i-го вида в 1-ом и 2-ом сообществах.

Значения КР изменяются от 0 (когда сообщества по видовому составу и значимости абсолютно сходны) до 1 (когда их видовой состав полностью различен).

Цель работы: Оценить видовое разнообразие сообщества зоопланктона и провести анализ его изменения.

Исходным материалом для данной работы послужили результаты исследования сообщества зоопланктона оз. Лебяжье в течение одного сезона.

Порядок выполнения работы

1. Составить таблицу 29.

Таблица 29

Сравнительные показатели сообществ

Вид	Сообщество 1					Сообщество 2				
	n _i	P _i	P _i ²	lgP _i	P _i lg P _i	n _i	P _i	P _i ²	lgP _i	P _i lg P _i
...
	∑ n _i		∑ P _i ²		-∑ P _i lg P _i	∑ n _i		∑ P _i ²		-∑ P _i lg P _i

2. Рассчитать индексы разнообразия Симпсона и Шеннона, оценить равномерность распределения.

3. Вычислить коэффициент сходства Серенсена-Чекановского (КО) между исследуемыми сообществами.

4. На основе численности, биомассы, рассчитанных коэффициентов и индексов сделать выводы об изменении видового разнообразия исследуемых сообществ.

Приложение к заданию 9

Таблица 30

Биомасса зоопланктона оз. Лебяжье в 1995 г. (г/м³)

Виды	30.04.95	09.05.95	29.05.95	08.06.95	30.07.95	10.08.95	09.09.95
<i>Acanthocyclops vernalis</i>					0,129	1,414	
<i>Asplanchna girodi</i>					0,275		
<i>Asplanchna priodonta</i>	0,007	0,093		0,872	0,344	0,426	0,108
<i>Bosmina longirostris</i>	0,003	0,028	0,083	0,264	0,430	0,036	3,269
<i>Brachionus angularis</i>	0,002	0,010	0,001	0,030	0,053	0,003	0,001
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0,097	0,005			0,497	0,011	0,003
<i>Brachionus diversicomis</i>					0,055	0,004	0,003
<i>Brachionus forficula</i>					0,033		
<i>Brachionus quadridentatus</i>				0,001			
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>				0,002			
<i>Chydorus sphaericus</i>		0,135	0,018	0,006	0,004	0,017	
<i>Cyclops kolensis</i>		0,023					
<i>Daphnia cucullata</i>			0,021	0,012			
<i>Daphnia longispina</i>	0,003	0,017	1,147				
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>				0,001	0,013		
<i>Euchlanis triquetra</i>						0,003	
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	0,006	0,008	0,013	0,179		0,015	0,007
<i>Filinia longiseta</i>	0,016	0,014	-	0,011	0,194	0,014	0,074
<i>Kellicottia longispina</i>							0,004
<i>Keratella cochlearis</i>	0,002	0,003	0,024	0,000	0,006	0,000	0,001
<i>Keratella quadrata</i>	0,033	0,243	0,049	0,013	0,047		0,046
<i>Lecane luna</i>							0,001
<i>Lecane lunan's</i>							0,001
<i>Macrocyclus albidus</i>		0,018					
<i>Macrothrix laticomis</i>				0,002			
<i>Macrothrix rectirostris</i>					0,086	0,002	
<i>Mesocyclops leuckarti</i>			0,061	0,092	0,049		0,002
<i>Moina macrocopa</i>	0,073	0,001					
<i>Monospilus dispar</i>					0,002		
<i>Pleuroxus aduncus</i>		0,002					
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	0,003	0,111	0,001				
<i>Polyarthra luminosa</i>					0,029	0,001	
<i>Polyarthra vulgaris</i>					0,014	0,002	0,005
<i>Scapholeberis mucronata.</i>	0,092		0,002	0,066	0,009	0,006	
<i>Sida crystallina</i>							0,344
<i>Synchaeta grand is</i>		0,001					
<i>Trichocerca pusilla</i>					0,014		

Численность зоопланктона оз. Лебяжье в 1995 г (экз/м³)

Виды	30.04.95	09.05.1995	29.05.1995	08.06.95	30.07.95	10.08.95	09.09.95
<i>Acanthocyclops vernalis</i>					2,46	14,00	
<i>Asplanchna girodi</i>					39,40		
<i>Asplanchna priodonta</i>	1,93	4,40		15,60	49,25	6,00	5,67
<i>Bosmina longirostris</i>	1,93	15,05	6,40	120,55	261,00	22,00	674,33
<i>Brachionus angularis</i>	9,67	45,15	1,60	55,31	142,83	14,00	5,67
<i>Brachionus calyciflorus</i>	44,46	2,15			349,70	16,00	2,83
<i>Brachionus diversicomis</i>					236,40	18,00	11,30
<i>Brachionus forficula</i>					142,83		
<i>Brachionus quadridentatus</i>		0,10		2,84			
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>				0,20			
<i>Chydorus sphaericus</i>		12,90	1,60	1,42	0,10	4,00	
<i>Cyclops kolensis</i>		0,30					
<i>Daphnia cucullata</i>			3,20	1,42			
<i>Daphnia longispina</i>	0,10	1,50	8,00				
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>				0,10	0,80		
<i>Euchlanis triquetra</i>						2,00	
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	0,10	0,10	0,60	4,25		0,20	0,10
<i>Filinia longiseta</i>	40,59	73,10		12,76	778,20	72,00	124,67
<i>Kellicottia longispina</i>							42,50
<i>Keratella cochlearis</i>	27,07	141,90	1078,4	2,84	256,10	10,00	34,00
<i>Keratella quadrata</i>	48,35	354,75	113,60	29,78	68,95		68,00
<i>Keratella valga</i>					4,93	6,00	
<i>Lecane luna</i>							0,20
<i>Lecane lunaris</i>							5,67
<i>Macrocyclus albidus</i>		0,10					
<i>Macrothrix laticomis</i>				0,20			
<i>Macrothrix rectirostris</i>					4,93	0,10	
<i>Mesocyclops leuckarti</i>			1,60	1,42	2,46		0,10
<i>Moina macrocopa</i>	7,73	0,10					
<i>Monospilus dispar</i>					0,20		
<i>Pleuroxus aduncus</i>		0,10					
<i>Pleuroxus trigonellus</i>						0,10	
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	11,59	247,25	1,60				
<i>Polyarthra luminosa</i>					93,58	2,00	
<i>Polyarthra vulgaris</i>					44,32	6,00	17,00
<i>Scapholeberis mucronata</i>	3,87		0,10	1,40	0,30	0,20	-
<i>Sida crystallina</i>							2,83
<i>Synchaeta grandis</i>		8,60					
<i>Synchaeta pectinata</i>	0,01						
<i>Trichocerca pusilla</i>					24,63		
<i>Trichotria pocillum</i>		2,15				2,00	

Задание 10. ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА – ПИЩЕВЫЕ ЦЕПИ И СЕТИ

Цель работы: исследование трофической структуры сообщества и построение фрагмента пищевой сети.

Трофические связи являются главными в биоценозе, они объединяют живущие вместе виды, поскольку каждый из них может обитать там, где имеются необходимые ему пищевые ресурсы. Любой вид не только приспособлен к определенным источникам питания, но и сам может служить пищевым ресурсом для других. Пищевые взаимосвязи создают в природе трофическую сеть. Трофика, от греч. «trophe» – пища, питание, трофические связи (или цепи питания) возникают, когда один вид питается другим: либо живыми организмами, либо их мертвыми остатками, либо продуктами их жизнедеятельности – это взаимоотношения через которые происходит трансформация вещества и энергии в экосистеме.

Ряд видов или их групп, каждое предыдущее звено в котором служит пищей для следующего, образует **пищевую цепь**. К одному трофическому уровню относят виды, в равной степени удаленные в пищевой цепи от ее начала — продуцента или детритного субстрата. Пищевые цепи можно разделить на два основных типа: цепи выедания (**пастбищные**) и цепи разложения (**детритные**). Пастбищная цепь – это пищевая цепь, которая начинается с зеленого растения и идет далее к растительноядным животным и хищникам, поедающим их. В пастбищной пищевой цепи выделяются уровни: продуцентов, консументов 1-го (фитофагов), 2-го и более порядков (хищников). Детритная цепь – это пищевая цепь, которая начинается от мертвого органического вещества к детритофагам, к грибам и микроорганизмам.

Пищевые цепи в экосистеме не изолированы одна от другой, а тесно переплетены между собой и образуют **пищевую или трофическую сеть**.

Исходным материалом для данной работы послужили результаты исследования трофической структуры лесной экосистемы – липняка снытево-пролесникового с дубом и агросистемы – поля озимой ржи.

Порядок выполнения работы

1. Используя Приложение к заданию 10, определить трофические уровни, занимаемые рассматриваемыми видами и заполнить таблицы, составив примеры пастбищных и детритных пищевых цепей.

2. Построить фрагменты пищевой сети, расположив виды в соответствии с их максимальным трофическим уровнем, с учетом возможности пересечения пастбищных и детритных цепей.

Таблица 32

Пример пастбищной пищевой цепочки

	Источник энергии	Продуцент	Консумент 1	Консумент 2	Консумент 3	...
1	Солнечная энергия, минер. в-ва	Малина	Бурый медведь			
2	Солнечная энергия, минер. в-ва	Дуб	Кабан	Бурый медведь		
	Солнечная энергия, минер. в-ва	Береза	Майский жук	Кабан	Бурый медведь	

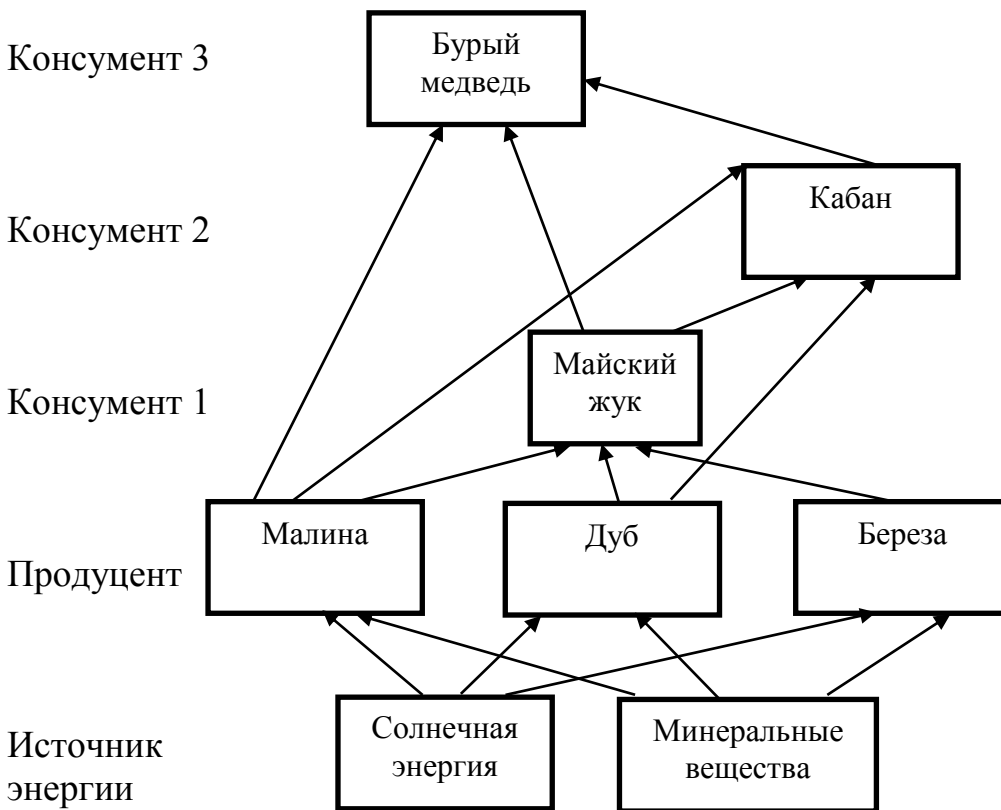


Рис. 4 Пример фрагмента трофической сети из пастбищных пищевых цепочек

Примеры детритных пищевых цепочек

	Источник энергии	Детритофаг	Редуцент 1	Редуцент 2	
1	Листовой опад	Дождевые черви	Грибы	Микроорганизмы	
	Источник энергии	Детритофаг	Консумент 2	Консумент 3	
2	Листовой опад	Дождевые черви	Кабан	Бурый медведь	
	Источник энергии	Детритофаг	Консумент 2		
3	Трупы животных	Могильщик рыжий	Бурый медведь		

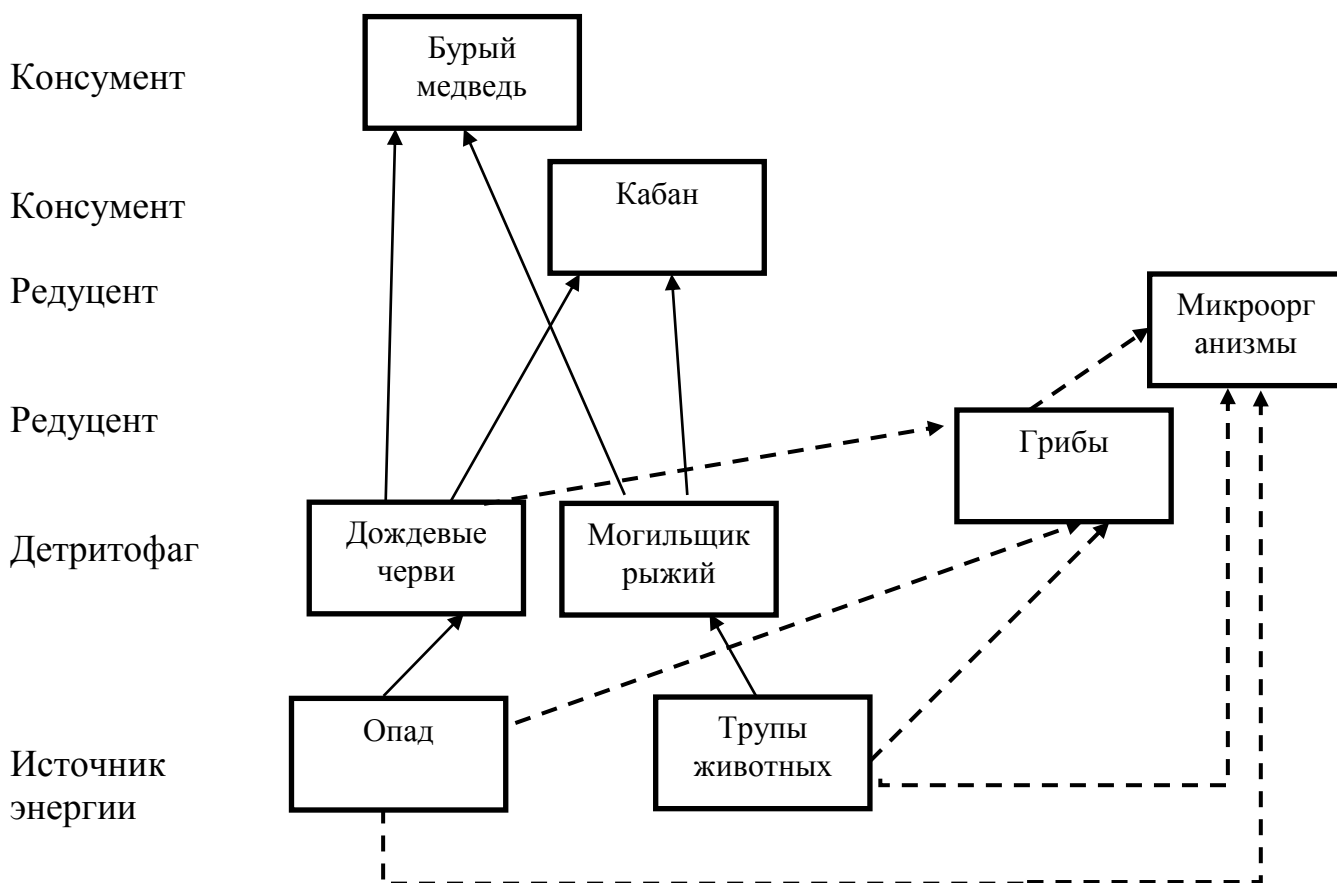


Рис. 5. Пример фрагмента трофической сети из детритных пищевых цепочек

В блок-схеме стрелками отображается переход энергии с одного трофического уровня на другой, поэтому стрелки идут снизу вверх. Один и тот же вид может выступать, как в роли консумента первого уровня, так и второго и третьего уровней. Если один и тот же вид участвует в нескольких цепях, то в блок-схеме он указывается только один раз.

Часть вещества из детрита может вновь вовлекаться в круговорот (таблица 33, цепочка 2, 3), а не разлагаться до минеральных соединений (как в цепочке 1).

Приложение к заданию 10

Таблица 34

Пищевые связи некоторых видов лесной экосистемы

Вид	Пищевой ресурс, источник энергии
Сарыч	Мыши, полевки, бурозубки, заяц, дрозды, лягушки, мертвоеды, костянки
Лисица	Заяц, мыши, полевки, ласка, дрозды, бурозубки, навозники, мертвоеды, гусеницы
Ястреб-перепелятник	Поползень, зяблик, дрозды
Бурозубка обыкн.	Мыши, полевки, лягушки, муравьи, слизни, дождевые черви, костянка, кивсяки, листогрызы, крупные жуки, липа, береза
Ласка	Мыши, полевки
Ворона серая	Мыши, полевки, лягушки
Дрозд деряба	Рябина, береза, ландыш, клопы, листоеды, слоники, гусеницы
Дрозд певчий	Рябина, береза, ландыш, дождевые черви, моллюски, пауки, костянка, кивсяки, клопы, мертвоеды, шелкоуны, листоеды, слоники, стафилины, гусеницы, муравьи
Поползень	Дуб, долгоносики, шелкоуны, гусеницы, пауки, муравьи
Зяблик	Липа, дуб, береза, клен, лещина, черемуха, чистец, будра, шелкопряд
Мышь желтогорлая	Рябина, липа, дуб, клен, сныть, моллюски, пауки, другие насекомые
Полевка рыжая	Рябина, липа, дуб, клен, сныть, вяз, ландыш, хвощ, медуница, купена, будра, слизни, пауки, мелкие насекомые
Лягушка остромордая	Пауки, гусеницы, моллюски, дождевые черви, стафилины, долгоносики, клопы, муравьи, костянка
Костянки (членистоногие)	Пауки, мелкие насекомые
Муравьи	Насекомые и их трупы
Пауки	Насекомые
Слизни (моллюски)	Листья растений
Моллюски	Сныть, пролесник, древесные породы
Шелкопряд	Дуб, береза, вяз, липа, бересклет, черемуха, рябина
Заяц-беляк	Береза, лещина, дуб, бересклет, клен, вяз, черемуха, рябина, сныть, др. растения
Клопы	Древесные породы
Слоники (долгоносики)	Фитомасса (живые растения)
Лось	Рябина, липа, дуб, вяз, береза, клен, бересклет, черемуха, сныть, ландыш, купена
Щелкуны (жуки)	Дуб, корни древесных растений, личинки насекомых и трупы
Стафилины (жуки)	Навоз, растительные остатки, насекомые
Могильщик рыжий	Трупы животных
Кивсяк серый	Опад (опавшие листья)
Навозник (жуки)	Навоз
Дождевые черви	Органические остатки
Грибы	Мертвое органическое вещество
Микроорганизмы	Мертвое органическое вещество
Черемуха обыкн.	Минеральные вещества, солнечная энергия
Бересклет бородавчатый	Минеральные вещества, солнечная энергия

Медуница неясная	Минеральные вещества, солнечная энергия
Звездчатка ланцетол.	Минеральные вещества, солнечная энергия
Сныть обыкн.	Минеральные вещества, солнечная энергия
Ландыш майский	Минеральные вещества, солнечная энергия
Купена многоцветковая	Минеральные вещества, солнечная энергия
Будра плющевидная	Минеральные вещества, солнечная энергия
Липа сердцевидная	Минеральные вещества, солнечная энергия
Вяз гладкий	Минеральные вещества, солнечная энергия
Рябина обыкн.	Минеральные вещества, солнечная энергия

Таблица 35

Пищевые связи некоторых видов агроэкосистемы

Вид	Пищевой ресурс, источник энергии
Коршун	Мышь лесная, голубь сизый, серая ворона, сорока, жужелицы, коромысло голубое, саранчовые, лягушка остромордая, овсянка, конек, тритон
Ворона	Жужелицы, белянки, долгоносики, мышь лесная, рожь, щавелек, горец птичий, лягушка остромордая
Овсянка обыкн.	Рожь, щавелек, горец птичий, марь белая, осока пузырчатая, щетинник, саранчовые, цикады, клопы, жужелицы, златки, листоеды, слоники, щелкуны, белянки, перепончатокрылые, стафилины, пауки
Белая трясогузка	саранчовые, цикады, клопы, жужелицы, златки, листоеды, слоники, щелкуны, белянки, перепончатокрылые, стафилины, пауки
Скворец	Рожь, стрекозы, клопы, жужелицы, слоники, двукрылые, пауки
Конек	Цикады, клопы, жужелицы, златки, слоники, щелкуны, белянки, стафилины, пауки
Ктырь	Клопы, слоники, белянка капустная, растительные остатки
Тахина	Одиночные осы, клопы, саранчовые, пчелы, пыльца и нектар цветов
Пауки	Жуки и другие насекомые
Платизма черная (жужелица, жук)	Дождевые черви, личинки бабочек, слизи
Жужжало (двукрылые)	Саранчовые, тли
Оса одиночная	Саранчовые, цикадки
Слоники (долгоносики)	Фитомасса
Горлица	Марь белая, пикульник, щетинник, рожь, щавелек, горец птичий
Сизый голубь	Рожь
Лягушка остромордая	Пауки, жужелицы, гусеницы бабочек, дождевые черви, стафилины, цикады, муравьи, щелкуны, долгоносики, мухи настоящие, навозники, листоеды
Большая синица	Златки, листоеды, слоники, щелкуны, перепончатокрылые
Немка	Одиночные осы, пчелы
Щитник синий	Листоеды, гусеницы бабочек

Цикады	Сок растений
Златки	Фитомасса (живые растения)
Муха злаковая	Рожь, пырей, щетинник
Щитник-черепашка	Рожь, пырей, щетинник, лисохвост, осока пузырчатая
Слизень	Рожь и другие растения
Тритон	Слизни, дождевые черви, личинки насекомых
Чесночница	Дождевые черви, слизни, пауки, жуужелицы, шелкоуны, щитник-черепашка
Белянка капустная	Редька дикая
Клоп ягодный	Рожь и другие растения
Клоп крестоцветный	Редька дикая
Щелкуны	Корни, личинки насекомых, трупы
Вяхирь	Рожь, щетинник
Мухи настоящие	Растительные гниющие остатки
Дождевые черви	Органические остатки
Грибы	Мертвое органическое вещество
Микроорганизмы	Мертвое органическое вещество
Рожь посевная	Минеральные вещества, солнечная энергия
Одуванчик лекарств.	Минеральные вещества, солнечная энергия
Щавелек	Минеральные вещества, солнечная энергия
Подорожник большой	Минеральные вещества, солнечная энергия
Редька дикая	Минеральные вещества, солнечная энергия
Горец птичий	Минеральные вещества, солнечная энергия
Марь белая	Минеральные вещества, солнечная энергия
Щетинник зеленый	Минеральные вещества, солнечная энергия

Задание 11. АНАЛИЗ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ

Цель работы: сравнить продуктивность различных типов лесных экосистем.

Ю. Одум (1975) определяет продуктивность экосистемы или сообщества как скорость, с которой лучистая энергия усваивается организмами продуцентами (главным образом зелеными растениями) в процессе фотосинтеза и хемосинтеза, накапливаясь в форме органических веществ. В процессе производства органического вещества он выделяет четыре уровня:

1. Валовая первичная продуктивность – это общая скорость фотосинтеза, включая те органические вещества, которые за время измерений были израсходованы на дыхание продуцентов. Эту величину называют также «валовым фотосинтезом» или «общей ассимиляцией».

2. Чистая первичная продуктивность – скорость накопления органического вещества в растительных тканях за вычетом того органического вещества, которое использовалось при дыхании растений за изучаемый период. Эту величину называют так же «наблюдаемым фотосинтезом» или «чистой ассимиляцией». На практике, чтобы оценить валовую продукцию, данные по дыханию складывают с данными, полученными при измерении «наблюдаемого фотосинтеза».

3. Чистая продуктивность сообщества – скорость накопления вещества на уровне сообщества, не потребленного гетеротрофами (т.е. чистая первичная продукция минус потребление гетеротрофами) за учетный период, обычно за вегетационный период или за год.

Скорость накопления органического вещества на уровнях консументов называют вторичной продуктивностью. Поскольку консументы лишь используют ранее созданные питательные вещества, часть из них расходуя на дыхание, а остальное превращая в собственные ткани, вторичную продуктивность не делят на «валовую» или «чистую». Общий поток энергии на гетеротрофном уровне, аналогичный валовой продукции в случае автотрофов, следует называть не «продукцией», а «ассимиляцией». Во всех

этих определениях термины «продуктивность» и выражение «скорость продуцирования» вполне взаимозаменяемы.

Плотность древесины характеризуется отношением массы к объему и выражается в кг/м^3 или г/см^3 . Различают истинную и среднюю плотность древесины. Истинная плотность (плотность древесинного вещества) – это плотность материала клеточных стенок и у древесины всех пород примерно одинаковая ($1,53\dots 1,55 \text{ г/см}^3$), поскольку древесина состоит в основном из одного вещества – целлюлозы. Средняя плотность (плотность древесины) разных пород изменяется в довольно широких пределах: от 150 кг/м^3 (бальза, или бальзовое дерево) до 1280 кг/м^3 (бакаут, или железное дерево). Для наиболее широко применяемых в быту и строительстве пород она составляет от 450 кг/м^3 (у ели) до 700 кг/м^3 (у дуба). Однако плотность, как и другие физико-механические характеристики, могут изменяться в значительных пределах не только у различных пород, но и у деревьев одной и той же породы. Определяется это местом произрастания (климатическими и почвенными условиями), плотностью насаждения деревьев и другими факторами. Кроме того, плотность древесины убывает от комля к вершине, от коры к центру ствола. Поскольку плотность древесины существенно зависит от влажности, а влага в древесине составляет значительную часть ее массы, то среднюю плотность древесины принято устанавливать при определенной влажности, принимаемой равной 12% и именуемой «стандартной». По величине средней плотности древесины при стандартной влажности породы подразделяются на три группы: малой плотности (менее 540 кг/м^3) – сосна, ель, тополь, липа, осина; средней плотности ($540\dots 740 \text{ кг/м}^3$) – лиственница, береза, дуб; высокой плотности (более 740 кг/м^3) – граб, акация, железное дерево, самшит.

Исходным материалом для данной работы послужили результаты исследований на территории Волжско-Камского заповедника в 2012: кв. 57 - липняк кислично-осоково-снытевый, кв. 66 - липняк пролесниково-страусниково-снытевый с елью, кв. 83 - березняк страусниково-снытевый с липой и вязом.

Порядок выполнения работы:

1. Используя данные таблицы 36, рассчитайте запасы древесины в м³ для каждого дерева по формуле:

$$v = \pi R^2 H, \text{ где:}$$

v – запас древесины,

R – радиус дерева,

H – высота дерева.

2. Сравните запасы древесины каждого сообщества по ярусам и по видам деревьев в пересчете на га. Постройте гистограммы. Сделайте выводы о том какой вид и какой ярус древостоя составляет наибольшую биомассу сообщества.

3. Используя значения плотности древесины древесных видов по таблице 35 рассчитайте запасы биомассы по ярусам.

Таблица 36

Вид	кг/м ³	Вид	кг/м ³
Ель	450	Береза	640
Вяз	690	Клен	690
Липа	490	Дуб	690
Сосна	520	Лещина	430

4. Используя данные приложения к заданию 11, рассчитайте продуктивность напочвенного покрова по сообществам. Постройте гистограмму запасов биомассы по ярусам.

5. Проанализируйте данные по запасам древесины и напочвенному покрову разных сообществ и сделайте выводы.

Приложение к заданию 11

Таблица 37

Характеристика древостоя участков ВКГПБЗ на пробных площадях 2500 м²

Квартал 83								
Вид	Ярус	Высота, м	Диаметр, см		Вид	Ярус	Высота, м	Диаметр, см
береза	1	29	76,1		вяз	2	20	11,5
береза	1	29	70		вяз	2	20	13
береза	1	28	55,7		вяз	2	20	17,5
береза	1	25	45		вяз	2	20	10
береза	1	25	26		вяз	2	20	11
береза	1	25	40		вяз	2	20	11
береза	1	25	43		вяз	2	20	14
береза	1	25	55		вяз	2	20	16
береза	1	25	37		вяз	2	20	12,5
береза	1	25	70		вяз	2	20	14
береза	1	25	49		вяз	2	20	10
береза	1	25	47		вяз	2	20	16,5
береза	1	25	40,5		вяз	2	20	20
береза	1	25	26		вяз	2	20	14,9
береза	1	25	31,5		вяз	2	20	16
береза	1	25	50		вяз	2	20	19
дуб	1	25	38		вяз	2	20	18
сосна	1	25	38,5		вяз	2	20	10
вяз	2	20	13,9		вяз	2	20	17
вяз	2	20	12,9		вяз	2	20	15
вяз	2	20	13		вяз	2	20	16,5
вяз	2	20	14,2		вяз	2	20	24,5
вяз	2	20	10,9		вяз	2	20	21
вяз	2	20	14,6		вяз	2	20	32
вяз	2	20	17,9		вяз	2	20	50,5
вяз	2	20	13,5		вяз	2	20	30
вяз	2	20	17,5		вяз	2	20	17
вяз	2	20	16,5		вяз	2	20	12,5
вяз	2	20	10		вяз	2	20	11,5
вяз	2	20	14		ель	2	20	30
вяз	2	20	21,5		ель	2	20	14
вяз	2	20	11,5		ель	2	20	20
вяз	2	20	12		ель	2	20	15,5
вяз	2	20	11		липа	2	20	12,2
вяз	2	20	23,5		липа	2	20	30
вяз	2	20	16		липа	2	20	20
вяз	2	20	13		липа	2	20	12
вяз	2	20	14		липа	2	20	16
вяз	2	20	11		липа	2	20	14,2
вяз	2	20	18		липа	2	20	14,5

Вид	Ярус	Высота, м	Диаметр, см		Вид	Ярус	Высота, м	Диаметр, см
липа	2	20	13		клен	3	15	10
липа	2	20	11		клен	3	15	10
липа	2	20	16,5		клен	3	15	10
липа	2	20	24,5		клен	3	15	11
липа	2	20	21		клен	3	15	10
липа	2	20	25		клен	3	15	13
липа	2	20	25		клен	3	15	16
липа	2	20	13,5		клен	3	15	10
липа	2	20	28,5		клен	3	15	12
липа	2	20	14,5		клен	3	15	12
липа	2	20	38,5		клен	3	15	11
липа	2	20	31		клен	3	15	7,5
липа	2	20	28,5		клен	3	15	10
липа	2	20	36,5		клен	3	15	10
липа	2	20	32,5		клен	3	15	12,5
липа	2	20	33		клен	3	15	12
липа	2	20	24,5		клен	3	15	15
липа	2	20	23		клен	3	15	14
липа	2	20	24		клен	3	15	11
липа	2	20	22,5		клен	3	15	14
липа	2	20	22		клен	3	15	10
клен	3	15	16,8		клен	3	15	10,5
клен	3	15	18		клен	3	15	10,5
клен	3	15	14,3		клен	3	15	11,5
клен	3	15	20,5		клен	3	15	11
клен	3	15	15,5		клен	3	15	13
клен	3	15	15		клен	3	15	13,5
клен	3	15	11		клен	3	15	11,5
клен	3	15	12		клен	3	15	11,5
клен	3	15	11		клен	3	15	11
клен	3	15	12,5		клен	3	15	11,5
клен	3	15	12		клен	3	15	13
клен	3	15	11		клен	3	15	16,5
клен	3	15	10,5		клен	3	15	11,5
клен	3	15	11,5		клен	3	15	15,5
клен	3	15	11		клен	3	15	11
клен	3	15	10		клен	3	15	12,5
клен	3	15	11		лещина	3	15	21,5
клен	3	15	10		лещина	3	15	11
клен	3	15	13		лещина	3	15	11
клен	3	15	10		лещина	3	15	10
клен	3	15	11		лещина	3	15	10,5

Квартал 66											
Вид	Ярус	Высота, м	Диаметр, см	Вид	Ярус	Высота, м	Диаметр, см	Вид	Ярус	Высота, м	Диаметр, см
ель	1	30	38	липа	1	26	47	вяз	2	11	12
ель	1	28	25	липа	1	25	43	вяз	2	10	11
ель	1	28	40	липа	1	25	41	ель	2	21	28
ель	1	25	42	липа	1	25	36	ель	2	18	17
ель	1	25	33	липа	1	25	34	ель	2	18	22
ель	1	25	30	липа	1	23	37	ель	2	16	16
ель	1	25	25	липа	1	23	37	ель	2	16	19
ель	1	23	30	липа	1	23	42	ель	2	16	12
ель	1	23	28	липа	1	23	32	ель	2	16	22
липа	1	35	76	липа	1	23	37	ель	2	15	23
липа	1	32	62	липа	1	23	35	ель	2	15	13
липа	1	32	52	липа	1	30	53	ель	2	14	15
липа	1	32	52	липа	1	30	65	ель	2	14	12
липа	1	32	54	липа	1	30	59	ель	2	11	16
липа	1	31	68	липа	1	30	57	клен	2	13	12
липа	1	30	70	липа	1	29	50	клен	2	12	12
липа	1	30	52	липа	1	28	49	клен	2	12	11
липа	1	30	51	вяз	2	22	21	клен	2	12	12
липа	1	30	52	вяз	2	21	29	клен	2	10	8
липа	1	30	50	вяз	2	21	28	клен	2	10	9
липа	1	30	63	вяз	2	19	26	клен	2	10	8
липа	1	30	61	вяз	2	18	19	лещина	2	12	16
липа	1	30	63	вяз	2	18	22	лещина	2	15	14
липа	1	30	55	вяз	2	18	15	лещина	2	15	12
липа	1	29	45	вяз	2	17	18	липа	2	22	35
липа	1	29	51	вяз	2	16	17	липа	2	22	30
липа	1	29	51	вяз	2	16	13	липа	2	22	28
липа	1	28	51	вяз	2	15	16	липа	2	22	38
липа	1	28	48	вяз	2	15	12	липа	2	21	35
липа	1	28	51	вяз	2	15	21	липа	2	21	27
липа	1	28	64	вяз	2	14	19	липа	2	21	28
липа	1	28	53	вяз	2	14	14	липа	2	21	73
липа	1	27	50	вяз	2	13	17	липа	2	20	24
липа	1	27	45	вяз	2	13	19	липа	2	14	65
липа	1	27	46	вяз	2	12	13	вяз	3	8	12
липа	1	27	42	вяз	2	12	12	вяз	3	8	6
липа	1	26	49	вяз	2	11	14	вяз	3	7	8

Продолжение таблицы 37

Вид	Ярус	Высота, м	Диаметр, м		Вид	Ярус	Высота, м	Диаметр, м
вяз	3	7	6		клен	3	7	7
вяз	3	7	12		клен	3	7	8
вяз	3	7	9		клен	3	7	5
вяз	3	7	9		клен	3	7	5
вяз	3	7	12		клен	3	7	6
вяз	3	6	1		клен	3	7	5
вяз	3	6	8		клен	3	6	6
вяз	3	6	14		клен	3	6	8
вяз	3	6	1		клен	3	5	5
вяз	3	5	5		лещина	3	9	12
вяз	3	5	7		лещина	3	9	6
вяз	3	5	5		лещина	3	8	7
вяз	3	4	6		лещина	3	8	11
вяз	3	2	7		лещина	3	8	9
вяз	3	2	4		лещина	3	8	11
ель	3	8	9		лещина	3	7	1
ель	3	6	6		лещина	3	7	7
клен	3	8	6		лещина	3	5	5
клен	3	8	6		лещина	3	5	5
клен	3	8	8		лещина	3	4	5
клен	3	8	7		лещина	3	4	5
клен	3	8	8		лещина	3	4	1
клен	3	8	9		лещина	3	4	6
клен	3	7	7		лещина	3	3	4
клен	3	7	8		лещина	3	2,5	5
клен	3	6	6		лещина	3	2	6
клен	3	6	5		липа	3	7	8
клен	3	6	6		липа	3	7	6
клен	3	5	4		липа	3	7	5
клен	3	5	4		липа	3	7	5
клен	3	4	4		липа	3	6	5
клен	3	3	6		липа	3	6	5
клен	3	3	6		липа	3	6	5
клен	3	3	6		липа	3	6	7
клен	3	9	8		липа	3	5	6
клен	3	9	7		липа	3	5	6
клен	3	8	8		липа	3	5	5
клен	3	8	7		липа	3	5	8
клен	3	8	6		липа	3	5	4
клен	3	8	7		рябина	3	8	8
клен	3	8	5		рябина	3	5	6

Квартал 57													
Вид	Ярус	Диаметр, м	Высота, м		Вид	Ярус	Диаметр, м	Высота, м		Вид	Ярус	Диаметр, м	Высота, м
ель	1	65	27		клен	2	15	17		липа	2	23	18
ель	1	54	26		клен	2	15	17		липа	2	23	18
липа	1	39	28		клен	2	14	18		липа	2	23	18
сосна	1	89	35		клен	2	12	16		липа	2	23	18
сосна	1	52	33		липа	2	38	18		липа	2	23	18
сосна	1	48	35		липа	2	36	18		липа	2	23	18
береза	2	33	18		липа	2	34	18		липа	2	23	20
береза	2	17	24		липа	2	33	18		липа	2	22	18
вяз	2	47	18		липа	2	32	18		липа	2	22	18
вяз	2	30	18		липа	2	32	18		липа	2	22	18
вяз	2	28	19		липа	2	31	18		липа	2	22	18
вяз	2	24	18		липа	2	31	18		липа	2	22	18
вяз	2	22	15		липа	2	30	16		липа	2	22	18
вяз	2	22	10		липа	2	30	18		липа	2	21	16
вяз	2	20	18		липа	2	29	18		липа	2	21	18
вяз	2	18	18		липа	2	29	18		липа	2	21	18
вяз	2	16	18		липа	2	29	18		липа	2	21	18
ель	2	35	22		липа	2	29	18		липа	2	21	18
ель	2	22	25		липа	2	29	18		липа	2	20	18
клен	2	27	18		липа	2	29	19		липа	2	20	18
клен	2	26	15		липа	2	28	18		липа	2	20	18
клен	2	26	18		липа	2	28	18		липа	2	20	18
клен	2	25	17		липа	2	27	18		липа	2	20	18
клен	2	24	18		липа	2	27	18		липа	2	20	20
клен	2	23	17		липа	2	26	15		липа	2	19	15
клен	2	23	18		липа	2	26	15		липа	2	19	18
клен	2	21	15		липа	2	26	17		липа	2	19	17
клен	2	20	15		липа	2	26	18		липа	2	19	18
клен	2	19	18		липа	2	26	20		липа	2	19	18
клен	2	18	17		липа	2	25	18		липа	2	18	15
клен	2	18	17		липа	2	25	18		липа	2	18	16
клен	2	17	17		липа	2	25	18		липа	2	18	15
клен	2	17	15		липа	2	25	18		липа	2	18	18
клен	2	17	18		липа	2	25	20		липа	2	18	18
клен	2	17	18		липа	2	24	16		липа	2	18	17
клен	2	17	18		липа	2	24	15		липа	2	18	18
клен	2	16	15		липа	2	24	20		липа	2	18	18
клен	2	16	16		липа	2	24	18		липа	2	18	18
клен	2	16	17		липа	2	24	18		липа	2	18	18
клен	2	16	18		липа	2	23	15		липа	2	17	18
клен	2	15	17		липа	2	23	17		липа	2	17	18

Продолжение таблицы 37

Вид	Ярус	Диаметр, м	Высота, м		Вид	Ярус	Диаметр, м	Высота, м
липа	2	17	18		клен	3	11	11
липа	2	17	18		клен	3	11	10
липа	2	17	18		клен	3	11	12
липа	2	17	18		клен	3	11	12
липа	2	17	18		клен	3	11	12
липа	2	16	18		клен	3	10	12
липа	2	16	18		клен	3	10	12
липа	2	16	18		липа	3	30	12
липа	2	16	16		липа	3	29	12
липа	2	16	18		липа	3	29	12
липа	2	15	14		липа	3	28	12
липа	2	15	18		липа	3	25	12
липа	2	15	18		липа	3	24	16
липа	2	15	18		липа	3	24	12
липа	2	15	16		липа	3	23	12
липа	2	15	18		липа	3	22	12
липа	2	14	18		липа	3	22	12
липа	2	13	16		липа	3	22	12
липа	2	13	17		липа	3	22	12
липа	2	13	18		липа	3	21	12
липа	2	12	18		липа	3	21	12
вяз	3	16	12		липа	3	21	12
вяз	3	14	12		липа	3	20	12
клен	3	26	12		липа	3	20	12
клен	3	20	12		липа	3	20	12
клен	3	18	12		липа	3	19	12
клен	3	18	12		липа	3	19	12
клен	3	17	12		липа	3	19	12
клен	3	17	12		липа	3	18	12
клен	3	16	10		липа	3	18	12
клен	3	16	12		липа	3	18	12
клен	3	15	10		липа	3	18	12
клен	3	15	11		липа	3	18	12
клен	3	15	12		липа	3	18	12
клен	3	15	12		липа	3	17	12
клен	3	15	12		липа	3	17	12
клен	3	14	12		липа	3	17	12
клен	3	14	12		липа	3	17	12
клен	3	14	12		липа	3	17	12
клен	3	13	10		липа	3	17	12
клен	3	13	10		липа	3	16	10
клен	3	12	11		липа	3	16	10
клен	3	12	12		липа	3	16	12
клен	3	12	12		липа	3	16	12

Вид	Ярус	Диаметр, м	Высота м		Вид	Ярус	Диаметр, м	Высота, м
липа	3	16	12		липа	3	13	12
липа	3	16	12		липа	3	13	10
липа	3	16	12		липа	3	13	12
липа	3	16	12		липа	3	13	12
липа	3	16	12		липа	3	13	12
липа	3	16	12		липа	3	13	12
липа	3	16	12		липа	3	13	12
липа	3	16	12		липа	3	13	12
липа	3	16	12		липа	3	13	12
липа	3	15	12		липа	3	13	12
липа	3	15	12		липа	3	13	12
липа	3	15	10		липа	3	12	12
липа	3	15	12		липа	3	12	12
липа	3	15	12		липа	3	12	12
липа	3	15	12		липа	3	12	12
липа	3	15	12		липа	3	12	12
липа	3	15	12		липа	3	12	12
липа	3	15	12		липа	3	12	12
липа	3	15	12		липа	3	12	12
липа	3	15	12		липа	3	12	12
липа	3	15	12		липа	3	12	12
липа	3	15	12		липа	3	12	12
липа	3	15	12		липа	3	12	12
липа	3	15	12		липа	3	12	12
липа	3	15	12		липа	3	12	12
липа	3	14	12		липа	3	12	12
липа	3	14	10		липа	3	12	12
липа	3	14	10		липа	3	12	12
липа	3	14	12		липа	3	11	10
липа	3	14	12		липа	3	11	10
липа	3	14	12		липа	3	11	10
липа	3	14	12		липа	3	11	10
липа	3	14	12		липа	3	11	12
липа	3	14	12		липа	3	11	12
липа	3	14	12		липа	3	11	12
липа	3	14	12		липа	3	11	12
липа	3	14	12		липа	3	11	12
липа	3	14	12		липа	3	11	12
липа	3	14	12		липа	3	10	11
липа	3	14	12		липа	3	10	10
липа	3	14	12		липа	3	10	10
липа	3	14	12		липа	3	10	12
липа	3	14	12		липа	3	10	12
липа	3	13	10		липа	3	10	12
липа	3	13	10		рябина	3	15	10

Биомасса напочвенного покрова, г/м² (сырая масса)

Вид	57 кв.	66 кв.	83 кв.
Адокса мускусная	0,35	0,25	0
Бор развесистый	1,48	1,78	1,03
Борец обыкновенный	3,18	9,68	2,45
Будра плющевидная	13,93	11,43	3,05
Вороний глаз четырехлистный	1,3	0,875	0
Звездчатка дубравная	0	0	27,45
Звездчатка ланцетолистная	1,53	0	1,35
Звездчатка средняя	0,1	0	0
Кислица обыкновенная	0,4	0	0
Копытень европейский	4,68	0,08	15,58
Костяника	0	0,2	0
Крапива двудомная	0,25	7,63	0,55
Купена лекарственная	0	2,475	0
Ландыш майский	0,3	0	0
Лютик кашубский	4,15	0,05	0,2
Медуница неясная	3,85	3,88	4,48
Осока волосистая	24,15	0	0,05
Подмаренник мягкий	0	2,2	0
Пролесник многолетний	15,23	13,75	20,65
Сныть обыкновенная	4,35	47,6	211,18
Страусник обыкновенный	0	37,88	29,88
Хвощ луговой	12,78	2,4	1,68
Чистотел большой	2,78	0,03	0,33
Щитовник мужской	14,05	10,38	3,88
Яснотка крапчатая	5,63	3,88	5,45

Задание 12. АНАЛИЗ СЕЗОННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ПО СОДЕРЖАНИЮ ХЛОРОФИЛЛА

Цель работы: на основании данных о содержании хлорофилла сравнить изменение продуктивности различных растений в течение вегетационного периода (таблица 37).

Содержание хлорофилла определялось с помощью измерителя уровня хлорофилла SPAD-502 Plus. Содержание хлорофилла напрямую связано с валовой первичной продуктивностью.

Структурная схема измерителя уровня хлорофилла SPAD 502 Plus

Осветительная система состоит из двух светодиодов: красного и инфракрасного свечения. Свет, прошедший через образец листа, попадает на фотоприемник, преобразующий пропущенный образцом свет в эквивалентный электрический сигнал. Аналоговый сигнал усиливается и преобразуется в цифровой код. Встроенный микропроцессор рассчитывает измеренное содержание хлорофилла, которое отображается на ЖК-дисплее и автоматически сохраняется в памяти прибора.

Пики поглощения энергии приходятся на синий (хлорофилл и каротин) и красный (только хлорофилл) участки спектра, минимум поглощения наблюдается на зеленом участке, и практически полностью отсутствует поглощение инфракрасного излучения. В соответствии с этим, SPAD 502 Plus измеряет пропускание в двух участках спектра: красном, где пик поглощения вызван только хлорофиллом и в инфракрасном, где поглощение практически отсутствует.

Исходным материалом для данной работы послужили результаты исследований на территории Волжско-Камского заповедника в 2013г. Для каждой указанной в таблице даты, приведено среднее арифметическое значение SPAD по виду (таблица 38).

Порядок выполнения работы:

1. Построить гистограммы, отражающие сезонное изменение показателя SPAD и сделать выводы о том, когда растения обладают максимальной

продуктивностью.

2. Сравнить показатели содержания хлорофилла различных растений по критерию Стьюдента.

На основе критерия Стьюдента определить достоверность различий содержания хлорофилла между различными видами растений. Критерий Стьюдента позволяет выявить достоверность различий между двумя выборками, соответственно для каждого вида из пары необходимо вычислить:

\bar{x} – среднее арифметическое содержание хлорофилла для определенного вида за все даты измерений;

σ - среднеквадратичное отклонение;

m – ошибка среднего арифметического:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} ; \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}} ; \quad m = \frac{\sigma}{\sqrt{n - 1}}$$

где :

n – количество измерений содержания хлорофилла для данного растения

x – содержание хлорофилла в определенную дату

Критерий Стьюдента рассчитывается по формуле:

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) \cdot \sqrt{n}}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

\bar{x}_1 – среднее арифметическое для вида 1; m_1^2 - ошибка среднего арифметического для вида 1.

Если вычисленное значение критерия больше стандартного, то различия между сравниваемыми показателями можно считать достоверными при определенном уровне значимости. Стандартные значения критерия Стьюдента приведены в таблице 41. Число степеней свободы определяется по формуле:

$$v = n_1 + n_2 - 2 ,$$

где: n_1 n_2 - число членов в каждом вариационном ряду.

Приложение к заданию 12

Таблица 38

Данные содержания хлорофилла (по единицам SPAD)

Дата	Вяз	Липа	Клен	Сныть	Копытень
10.05.2013	25,5	-	-	-	-
25.05.2013	33,14	22,04	25,88	32,78	40,1
09.06.2013	34,47	30,22	35,15	36,68	44,33
23.06.2013	40,96	33,95	39,07	37,25	43,3
11.07.2013	39,53	33,79	39,01	38,82	47,46
19.07.2013	-	-	-	-	-
20.07.2013	-	-	-	-	-
26.07.2013	38,75	36,95	40,8	40,72	-
30.07.2013	-	34,56	36,99	36,48	-
31.07.2013	40,1	-	39,09	38,44	44,37
02.08.2013	37,2	-	36,5	36,2	47,16
03.08.2013	36,21	-	40,1	38,49	46,51
09.08.2013	39,2	33,13	38,6	38,64	47,55
25.08.2013	40,12	-	36,83	41,26	48,7
27.08.2013	-	-	-	-	-
10.09.2013	36,33	35,71	34,84	39,47	46,26
26.09.2013	34,77	-	26,64	37,89	45,83
10.10.2013	-	-	-	35,62	40,99
Дата	Крапива	Пролесник	Ландыш	Черника	Чистотел
10.05.2013	-	26,19	-	-	-
25.05.2013	26,68	32,59	26,57	19,99	-
09.06.2013	29,18	35,94	34,67	25,68	36,43
23.06.2013	27,13	34,81	38,95	28,28	35,92
11.07.2013	30	35,74	39,8	28,8	36,98
19.07.2013	-	-	40,07	28,67	36,08
20.07.2013	-	-	37,37	-	33,44
26.07.2013	-	37,36	-	-	-
30.07.2013	-	37,98	-	-	-
31.07.2013	-	34,76	-	-	-
02.08.2013	-	34,8	40,63	32,13	36,89
03.08.2013	-	36,28	-	-	-
09.08.2013	31,81	35,19	35,68	27,88	27,75
25.08.2013	31,64	36,92	-	30,67	-
27.08.2013	-	-	35,12	-	31,44
10.09.2013	29,49	34,26	35,4	29,74	33,56
26.09.2013	28,66	34,52	25,06	28,02	31,23
10.10.2013	25,39	29,23	-	23,57	31,17

Задание 13. ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ. РЕКРЕАЦИОННАЯ ДИГРЕССИЯ НА ПРИМЕРЕ СОСНЯКОВ ЗЕЛЕНОМОШНЫХ

Цель работы: анализ сукцессионных изменений видового состава растений, происходящих в результате рекреационного воздействия.

Сукцессия (от латинского *successio* – последование) — смена одного сообщества другим в результате действия внешних (экзогенные сукцессии) и внутренних факторов (эндогенные сукцессии).

Рекреационное воздействие является одним из основных факторов изменения состояния пригородных лесов, приводящих их к экзогенным дигрессивным сукцессиям. В результате рекреационной нагрузки отдыхающих происходит уплотнение почвы и нарушение растительного покрова. С ростом рекреационной нагрузки увеличивается площадь дорожно-тропиночной сети, формируется куртинно-поляннй комплекс, лес приобретает парковый вид. Наблюдающееся усиление мозаичности сообществ обусловлено не столько сочетанием природных факторов, сколько различной интенсивностью рекреационного воздействия.

Изменение условий обитания приводит к изменению состава сообщества. Изменяются видовое разнообразие по ярусам, соотношение видов по эколого-ценотическим группам. Количество лесных видов (бореальных, бореально-неморальных и неморальных) уменьшается, а луговых и рудеральных увеличивается.

Исходным материалом для данной работы послужили флористические списки площадок, заложенных в лесопарке "Лебяжье" и подверженных различным рекреационным нагрузкам (таблица 40). Изменения на участках, подвергающихся различной интенсивности рекреационного воздействия, являются наглядной иллюстрацией сукцессионных стадий рекреационной дигрессии лесных экосистем от ненарушенных до деградированных, характеризующихся сменой видового состава сообществ.

Порядок выполнения работы

1. Провести анализ изменения видового разнообразия сосудистых растений рекреационных сообществ по ярусам. Результаты представить в виде табл. 39.

Количество видов растений по ярусам на площадках с различной степенью рекреационного воздействия

№ площадки	Древостой	Подрост	Подлесок	Травостой	Лишайниковый ярус	Всего

2. Провести анализ видового состава по эколого-ценотическим группам (бореальные, бореально-неморальные, неморальные, лесо-луговые, луговые, степные, рудеральные). Результаты представить в виде таблицы 39, где количество - числитель и доля в % - знаменатель видов растений по эколого-ценотическим группам на площадках с различной степенью рекреационного воздействия.

Таблица 40

Количество видов по эколого-ценотическим группам (бореальные, бореально-неморальные, неморальные, лесо-луговые, луговые, степные, рудеральные)

№ площадки	Бор.	Бор.-нем.	Нем.	Лесо-луг.	Луг.	Степн.	Руд.

3. Рассчитать коэффициенты сходства видового состава сообществ Серенса-Чекановского. Составить матрицу.

$$KO = \frac{2c}{a+b}$$

где: а - число видов в первом сообществе,

б - число видов во втором сообществе,

с - число общих видов для первого и второго сообществ.

4. Сделать выводы об изменениях видового состава по мере усиления рекреационного воздействия.

Приложение к заданию 13

Таблица 41

ЭЦГ - эколого-ценотические группы: бор. - бореальная; нем.- неморальная; бор.-нем. - бореально-неморальная; луг. - луговая; лесо-луг. - лесолуговая; степ. - степная; руд. - рудеральная.

Название вида	ЭЦГ	Слабое рекреационное воздействие			Среднее рекреационное воздействие			Сильное рекреационное воздействие		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Древостой										
Береза повислая	бор./нем.	+		+	+	+		+	+	+
Сосна обыкновенная	бор.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Подлесок										
Бересклет бородавчатый	нем.	+	+		+	+				
Вяз гладкий	нем.					+				
Крушина ломкая	нем.	+	+	+		+				
Лещина обыкновенная	нем.					+				
Можжевельник обыкновенный	бор.	+	+	+	+	+				
Осина	бор./нем.	+	+		+					
Ракитник русский	степ.	+	+	+	+	+				
Рябина обыкновенная	бор./нем.				+	+				
Черемуха обыкновенная	бор./нем.					+				
Подрост										
Береза повислая	бор./нем.	+		+		+				
Ель обыкновенная	бор.		+							
Сосна обыкновенная	бор.		+		+	+				
Травостой										
Бедренец-камнеломка	луг.	+	+	+	+	+		+		+
Брусника	бор.	+	+	+	+	+				
Будра плющевидная	луг.				+	+	+		+	
Василек Маршалла	степ.	+	+							
Вейник наземный	луг.					+	+		+	+
Вейник тростниковидный	бор.	+	+	+	+	+			+	
Вербейник монетчатый	луг.					+				
Вероника дубравная	луг.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Вероника колосистая	степ.	+	+			+	+			
Вероника лекарственная	луг.			+	+	+	+		+	+
Вьюнок полевой	руд.								+	
Герань луговая	луг.				+	+				

Продолжение таблицы 41

Название вида	ЭЦГ*	Слабое рекреационное воздействие			Среднее рекреационное воздействие			Сильное рекреационное воздействие		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Горец птичий	руд.					+		+		
Горошек заборный	луг.					+				
Гравилат городской	руд.					+			+	
Грушанка круглолистная	бор.			+						
Дрок красильный	степ.	+	+	+	+	+				
Душистый колосок обыкновенный	луг.				+	+				
Ежа сборная	луг.					+		+	+	+
Звездчатка злаковидная	луг.	+				+				
Звездчатка средняя	руд.				+	+				
Зверобой продырявленный	луг.	+	+				+			
Земляника лесная	лесо- луг.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Зимолюбка зонтичная	бор.		+	+						
Змееголовник Рюйша	лесо- луг.	+				+				
Золотая розга	бор.	+	+	+	+	+				
Икотник серо-зеленый	РУД-						+	+		
Келерия сизая	степ.	+								
Клевер ползучий	луг.				+					
Клевер средний	луг.			+	+	+		+		+
Копытень европейский	нем.				+	+				
Короставник полевой	луг.		+	+	+	+			+	+
Коротконожка перистая	лесо- луг.			+	+	+			+	
Костер безостый	луг.							+		
Костяника	бор.	+	+	+	+	+				
Кошачья лапка двудомная	лесо- луг.	+	+	+	+	+				
Кульбаба осенняя	луг.		+							
Купена лекарственная	лесо- луг.	+		+	+	+				
Ландыш майский	бор./ нем.	+	+	+	+	+		+		+
Лапчатка Гольдбаха	луг.			+			+			
Лапчатка гусиная	руд.							+		
Лапчатка серебристая	руд.							+		+
Льнянка обыкновенная	руд.					+		+		

Продолжение таблицы 41

Название вида	ЭЦГ*	Слабое рекреационное воздействие			Среднее рекреационное воздействие			Сильное рекреационное воздействие		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тысячелистник обыкновенный	луг.		+	+		+	+	+	+	+
Фиалка опушенная	лесо- луг.					+				
Фиалка песчаная	бор.	. +	+	+	+	+	+	+	+	+
Фиалка собачья	луг.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Фиалка трехцветная	руд.						+		+	
Черника	бор.	+	+	+	+	+				
Черноголовка обыкновенная	луг.				+	+	+	+	+	+
Чистотел большой	руд.					+				
Шиповник	бор./ нем.	+	+	+		+				
Щавель конский	луг.					+		+		
Щавель малый	руд.					+	+			
Щавель пирамидальный	луг.							+		+
Ясколка дернистая	руд.						+	+	+	+
Ястребинка волосистая	луг.	+	+		+	+	+	+	+	+
Лишайниковый ярус										
Кладина оленья	бор.	+	+				+			
Кладония вильчатая	бор.	+	+	+	+	+		+		
Кладония грациозная	бор.	+	+	+	+	+		+		

Статистические таблицы

Таблица 42

Стандартные значения критерия Стьюдента (t), при уровнях значимости
P – 0,9; P – 0,95; P – 0,99, v – число степеней свободы

V	P ₀ =0,90	P ₁ =0,95	P ₂ =0,99	V	P ₀ =0,90	P ₁ =0,95	P ₂ =0,99
1	6,3	12,7	63,7	13	1,8	2,2	3,0
2	2,9	4,3	9,9	14-15	1,8	2,1	3,0
3	2,4	3,2	5,8	16-17	1,7	2,1	2,9
4	2,1	2,8	4,6	18-20	1,7	2,1	2,9
5	2,0	2,6	4,0	21-24	1,7	2,1	2,8
6	1,9	2,4	3,7	25-28	1,7	2,1	2,8
7	1,9	2,4	3,5	29-30	1,7	2,0	2,8
8	1,9	2,3	3,4	31-34	1,7	2,0	2,7
9	1,8	2,3	3,3	35-42	1,7	2,0	2,7
10	1,8	2,2	3,2	43-62	1,7	2,0	2,7
11	1,8	2,2	3,1	63-175	1,6	2,0	2,6
12	1,8	2,2	3,1	176- ∞	1,6	2,0	2,6

Таблица 43

Стандартные значения критерия χ^2
V – число степеней свободы, уровень значимости P – 0,95; P – 0,99

V	χ^2_{1}	χ^2_{2}	\bar{v}	χ^2_{1}	χ^2_{2}	V	χ^2_{2}	χ^2_{2}
1	3,8	6,6	17	27,6	33,4	38	53,4	61,1
2	6,0	9,2	18	28,9	34,8	40	55,8	63,7
3	7,8	11,3	19	30,1	36,2	42	58,1	66,2
4	9,5	13,3	20	31,4	37,6	44	60,5	68,7
5	11,1	15,1	21	32,7	38,9	46	62,8	71,2
6	12,6	16,8	22	33,9	40,3	48	65,2	73,7
7	14,1	18,5	23	35,2	41,6	50	67,5	76,2
8	15,5	20,1	24	36,4	43,0	55	73,3	82,3
9	16,9	21,7	26	38,9	45,6	60	79,1	88,4
10	18,3	23,2	27	40,1	47,0	65	84,8	94,4
11	19,7	24,7	28	41,3	48,3	70	90,5	100,4
12	21,0	26,2	29	42,6	49,6	75	96,2	106,4
13	22,4	27,7	30	43,8	50,9	80	101,9	112,3
14	23,7	29,1	32	46,2	53,5	85	107,5	118,2
15	25,0	30,6	34	48,6	56,0	90	113,1	124,1
16	26,3	32,0	36	51,0	58,6	95	118,7	130,0
						100	124,3	135,8

Список тем семинарских занятий

1. **Факториальная экология.** Классификация экологических факторов, факторы прямодействующие и косвенно действующие. Лимитирующие факторы. Закон минимума Либиха. (2 часа).

2. **Популяционная стратегия.** Динамика численности популяции. Модель буферной популяции Уиттекера. Типы популяционных стратегий. (2 часа).

3. **Межпопуляционные взаимодействия.** Межвидовая конкуренция. Лабораторная модель Гаузе, модель конкуренции Лотки-Вольтерры, модель Тилмана. (2 часа).

Хищничество. Лабораторные модели Хаффейкера и Гайзе. Модель хищничества Лотки-Вольтерры, модель Рикфлеса. Теорема о пороговой ценности кормового пятна. (2 часа).

4. **Структура сообщества.** Видовой состав сообщества. Альфа- и бета-разнообразие. Значимость видов в сообществе. Индексы разнообразия (2 часа).

5. **Пространственная структура сообщества.** Ярусы, парцеллы. Концепция континуума.

6. **Функциональная структура сообщества.** Пищевые цепи и сети. Консорция. Потоки энергии в экосистеме. (2 часа).

7. **Динамика экосистем.** Эндогенные и экзогенные сукцессии. Устойчивость экосистем (2 часа).

8. **Классификация сообществ и экосистем** (2 часа).

Рекомендуемая литература по разделам

Аутэкология

1. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. – ЮНИТИ-ДАНА, М., 2007, 496 с.
2. Антология экологии / Состав. и коммент. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберга. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2004. – 394 с.
3. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология особи, популяции и сообщества. - М., Мир, т.1, т.2, 1989.
4. Дажо Р. Основы экологии. - М., Прогресс, 1975, 376 с.
5. Одум Ю. Общая экология. М., "Мир", 1986, т.1 – 325 с., т.2 – 296 с.
6. Рикфлес Р. Основы общей экологии. - М., Мир, 1979

Популяционная экология

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология особи, популяции и сообщества. - М., Мир, т.1, т.2, 1989.
2. Одум Ю. Общая экология. М., "Мир", 1986, т.1 – 325 с., т.2 – 296 с.
3. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). – М.: Журнал Россия молодая, 1994. – 367 с.
4. Солбриг О., Солбриг Д. Популяционная биология и эволюция. – М.: Мир. 1982. – 488 с.

Межпопуляционные взаимодействия в экосистеме

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология особи, популяции и сообщества. - М., Мир, т.1, т.2, 1989.
2. Одум Ю. Общая экология. М., "Мир", 1986, т.1 – 325 с., т.2 – 296 с.
3. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). – М.: Журнал Россия молодая, 1994. – 367 с.
4. Солбриг О., Солбриг Д. Популяционная биология и эволюция. – М.: Мир. 1982. – 488 с.

Сообщества и экосистемы

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология особи, популяции и сообщества. - М., Мир, т.1, т.2, 1989.
2. Одум Ю. Общая экология. М., "Мир", 1986, т.1 – 325 с., т.2 – 296 с.
3. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). – М.: Журнал Россия молодая, 1994. – 367 с.
4. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М., "Мир", 1980.

Экосистемы: динамика и классификация

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология особи, популяции и сообщества. - М., Мир, т.1, т.2, 1989.
2. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М., "Мир", 1980.
3. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). – М.: Журнал Россия молодая, 1994. – 367 с.