


Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО



решением Ученого совета Института медицины,
экологии и физической культуры
от «17» мая 2023 г., протокол № 9/250

Председатель / В.И. Мидленко /
(подпись, расшифровка подписи)
от «17» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Популяционная экология
Факультет	Экологический
Кафедра	Биологии, экологии и природопользования
Курс	4

Направление подготовки: **05.03.06 «Экология и природопользование» (уровень бакалавриата)**

(код направления (специальности), полное наименование)

Направленность (профиль/специализация): **Экология**

(полное наименование)

Форма обучения: очная

Дата введения в учебный процесс УлГУ: «01» сентября 2023 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20__ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Рассадина Екатерина Владимировна	Биологии, экологии и природопользования	Доцент, к.б.н., доцент


СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой биологии, экологии и природопользования

/ Слесарев С.М. /

Подпись
«17» _____ 05 _____ 2023 г.

ФИО

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Формирование системных знаний, которые необходимы студентам при рассмотрении биологической сущности процессов, происходящих в отдельных популяциях, формирование умений выполнять в необходимых случаях расчеты параметров этих процессов, что позволит более глубоко понять функции популяции, а также их взаимодействия с окружающей средой.

Задачи:

- освещение ключевых вопросов демэкологии;
- формирование умений и навыков для решения проблемных и ситуационных задач;
- формирование практических навыков постановки и выполнения экспериментальной работы в популяционных исследованиях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Популяционная экология» согласно ФГОС и учебному плану относится к вариативному циклу дисциплин, его обязательной части (Б1.В.1.11). Данная дисциплина закладывает основные представления о связи будущей профессии с вопросами экологической безопасности и охраны окружающей среды опирается на предшествующие дисциплины:

- биоразнообразие;
- экология микроорганизмов;
- биогеография;
- экология растений и животных.

Она читается в 7 и 8 семестрах 4 курса и основывается на входных знаниях студента, полученных в ходе изучения предшествующих дисциплин.

Для изучения дисциплины студенты должны обладать следующими знаниями, умениями и навыками.


знать:

- об особенностях среды обитания и экологических факторах;
- об адаптации организмов к условиям среды;
- об основных характеристиках популяций применительно к условиям существования;
- об отличии природных и антропогенных популяций;
- о методах популяционных исследований;
- о взаимодействиях популяций;
- о статических и динамических характеристиках популяции;
- о потоках вещества и энергии в экосистемах;
- о типах и классификациях сообществ и экосистем.

уметь:

- правильно оценивать текущее состояние и перспективы развития конкретной кризисной ситуации в популяции и экосистеме;
- распознавать типы популяций и экосистем;
- оценивать антропогенные воздействия и их последствия для развития популяций и экосистем;
- осуществлять поиск нужной информации;
- регистрировать, обрабатывать и оценивать результаты исследований.

владеть:

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

- культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
- умением логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь;
- профессиональной мотивацией к выполнению своей профессиональной деятельности;
- методами популяционных исследований.

Дисциплины, для которых «Популяционная экология» является предшествующей дисциплиной отсутствуют, так как дисциплина читается на последнем курсе в восьмом семестре.

Данная компетенция реализуется также при подготовке к сдаче и сдаче государственного экзамена.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ


Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-15 владением знаниями о теоретических основах биогеографии, экологии животных, растений и микроорганизмов	<p>Знать: о динамике, половом и возрастном составе популяций; влияние межвидовой и внутривидовой конкуренции в поддержании сообщества животных динамику изменения численности и ареалов животных под влиянием различных форм деятельности человека.</p> <p>Уметь: производить наблюдения за популяциями и сообществами организмов и делать обоснованные выводы; представлять результаты экспериментов и наблюдений в виде законченного протокола исследования; вести поиск и делать обобщающие выводы; научно обосновывать наблюдаемые явления; представлять данные экспериментальных исследований в виде графиков и таблиц, рисунков.</p> <p>Владеть: биологической терминологией; опытом безопасной работы в биологической лаборатории и умением обращаться с посудой, реактивами, работать с микроскопами и другой световой увеличительной техникой и электрическими приборами; навыками самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой; навыками применения знаний и методов экологии и популяции сообществ при разработке экологических программ и проектов.</p>

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) – 5 ЗЕТ.

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах):

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения - очная)		
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам	
		7	8
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	72/24*	36/18*	36/6*
Аудиторные занятия:			
• лекции	36	18	18
• семинары и практические занятия	-	-	-
• лабораторные работы, практикумы	36	18	18
Самостоятельная работа	72	36	36
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	Тестирование, коллоквиум	Тестирование, коллоквиум	Тестирование, коллоквиум
Курсовая работа	Не предусмотрена	Не предусмотрена	Не предусмотрена
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экзамен (36 ч.)	-	Экзамен (36 ч.)
Всего часов по дисциплине	180/24*	72/18*	108/6*


*- количество часов, проводимых в интерактивной форме

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.

4.3. Содержание дисциплины. Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения очная

Название и разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий				
		Аудиторные занятия			в т.ч. занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа
		лекции	практические занятия, семинары	лабораторные работы		
Раздел 1. Экология популяций						
1. Понятие об экологии популяций и сообществ	27	6	-	6	6	12

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Название и разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий				
		Аудиторные занятия			в т.ч. занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа
		лекции	практические занятия, семинары	лабораторные работы		
2. Статические и динамические характеристики популяции	29	6	-	6	6	12
3. Механизмы поддержания численности, плотности и генетической гетерогенности популяций	24	6		6	6	12
4. Взаимодействия популяций	31	6	-	6	2	12
Раздел 2. Экология экосистем						
5. Потоки вещества и энергии в экосистемах	30	6	-	6	2	12
6. Типы и классификации сообществ и экосистем	27	6	-	6	2	12
ВСЕГО	144	36	-	36	24	72

5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Раздел 1. Экология популяций

Тема 1. Понятие об экологии популяций и сообществ


Определение и соотношение понятий: организм, вид, популяция, экосистема. Генетическая и экологическая трактовка понятия популяция.

Тема 2. Статические и динамические характеристики популяции

Численность и плотность, возрастной и половой состав. Пространственное размещение особей в популяции. Механизмы, поддерживающие пространственную структуру популяции. Кривые и таблицы выживания. Оценки ожидаемой продолжительности жизни. Рождаемость, смертность и скорость популяционного роста. Экспоненциальный рост популяций. Биотический потенциал. Пределы роста, емкость среды. Понятие о ресурсах. Логистическая модель роста численности популяции. Разнообразие типов динамики численности. Жизненные «стратегии» популяций. К- и r- стратегии. Треугольник Раменского-Грайма. Циклические колебания численности и их причины.

Тема 3. Механизмы поддержания численности, плотности и генетической гетерогенности популяций

Факторы, ограничивающие рост численности популяций. Саморегуляция численности и плотности популяции. Внешняя регуляция статических параметров популяции. Роль стресса в регуляции численности и плотности популяции. Каннибализм. Явление самоизреживания у растений. Генетическая гетерогенности и механизмы ее поддержания. Опасность близкород-

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

ственного скрещивания, способы его избегания.

Тема 4. Взаимодействия популяций

Популяции в сообществах и экосистемах. Понятие экологической ниши. Роль межвидовых взаимоотношений в поддержании структуры сообщества. Различные формы симбиоза. Конкуренция внутри и межпопуляционная. Коэволюция популяций и становление межпопуляционных отношений. Пространственная и временная структура сообществ. Трофические цепи. Состав и структура сообществ. Индексы разнообразия и доминирования. Сообщества во времени. Сезонные изменения состава и структуры сообществ.

Раздел 2. Экология экосистем

Тема 5. Потоки вещества и энергии в экосистемах

Принципиальная блоковая схема строения экосистемы. Трофическая структура экосистемы. Экологические пирамиды. Правило 10% Линдемманна. Пищевые цепи и сети. Биосфера как глобальная экосистема. Экосистемы во времени. Сукцессия. Типы и механизмы сукцессии. Эволюция биоразнообразия и сукцессии в современных экосистемах. Место и роль человека как биологического вида в этих процессах. Концепция климакса.

Тема 6. Типы и классификации сообществ и экосистем

Жизнь в водной среде. Создание органического вещества в поверхностном слое морей и его потребление на глубине. Неравномерность распределения процессов продуцирования в географическом масштабе. Низкая продуктивность центральных частей океана (как следствие нехватки биогенных элементов) и высокая продуктивность прибрежных областей и зоны подъема глубинных вод (апвеллингов). Пищевые цепи и сети в океанической экосистеме. Реки и озера: их роль в переработке и аккумуляции веществ, создающихся на суше. Озеро как экосистема. Сезонное эвтрофирование озер и рек. Наземные экосистемы. Основные типы наземных экосистем.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Не предусмотрены.

7. ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Раздел 1. Экология популяций

Тема 1. Понятие об экологии популяций и сообществ. Основные свойства популяций

Часть работы проводится в виде мозгового штурма.

Цель: изучить основные свойства популяций: структуру, динамику, биотический потенциал; ознакомиться с методами обработки и анализа результатов натуральных наблюдений.


Содержание работы и методические рекомендации:

Основные понятия и количественные закономерности:

При проведении любых количественных исследований важно с большой степенью точности дать оценку численности организмов.

Численность популяции - общее количество особей, составляющих данную популяцию в определённый момент времени. Минимальное количество особей, при котором популяция не исчезает по экологическим и генетическим причинам определяет нижний предел выживания. В целом, в современных условиях устойчивая популяция насчитывает несколько тысяч особей, хотя для различных видов нижний предел выживания разный.

Если позволяют условия местообитания и образ жизни организмов применяются методы прямого учёта. На первом этапе исследований, как правило, с помощью аэрофотосъёмки, определяются границы и площадь ареала. Внутри ареала выделяют квадраты равной площади и на каждом из них подсчитывают число особей (X_i) по половым и возрастным категориям - т.е. делается выборка (n).

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Плотность популяции (\bar{X})- это количество особей или биомассы на единицу площади либо объёма - определяется как среднее арифметическое из всех выборок (n):

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (1)$$

где \bar{X} - плотность популяции, X_i - число особей в выборке, n- число выборок.

Общая численность организмов (N) в популяции определяется как произведение плотности популяции на площадь ареала:

$$N = \bar{X} \cdot S \quad (2)$$

где N - численность популяции, S - площадь ареала.

Пространственное распределение популяции внутри ареала носит вероятностный характер и отражает реакции организмов на различные экологические факторы: доступность пищевых ресурсов и физические условия или на присутствие конкурентов, и поэтому является важной характеристикой популяции, необходимой для прогноза её численности. Выделяют три основных типа распределения организмов в пределах территории, занятой одной популяцией:

Равномерное распределение в природе чаще всего связано с острой конкуренцией между разными особями. Такой тип распределения отмечают у хищных животных и рыб с их территориальным инстинктом и сугубо индивидуальным характером.

Случайное (диффузное) распределение имеет место в однородной среде или среде, где интенсивность и направление действия различных экологических факторов изменяются не закономерно, а случайно. Так на первых порах расселяется тля на поле. По мере роста популяции распределение приобретает групповой характер.

Групповое (мозаичное) распределение встречается наиболее часто. Так, в сосновом лесу деревья вначале расселяются группами, а в дальнейшем их размещение становится равномерным. Групповое распределение обеспечивает более высокую устойчивость по отношению к неблагоприятным условиям по сравнению с отдельной особью. Внутри популяций животных группировки носят разные названия - прайды, гаремы, стаи, колонии и так далее.

Характер пространственного распределения оценивается по величине дисперсии, характеризующей отклонение значений относительно среднего значения:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{n-1} \quad ; (3)$$

где σ^2 - дисперсия.

Если дисперсия $\sigma^2 = 0$, распределение считают равномерным; при

$0 < \sigma^2 \leq \bar{n}$ - распределение случайное; если $\sigma^2 > \bar{n}$ - распределение групповое (скупенное).


Плотность и численность популяции зависят от величин рождаемости и смертности особей.

Рождаемость - способность популяции к увеличению численности. Различают рождаемость абсолютную (B) – число новых особей за единицу времени и удельную (b от англ. birth – «рождение») – коэффициент рождаемости - число новых (родившихся) особей на одну особь в единицу времени:

$$B = \frac{B_N}{\Delta\tau}; \quad b = \frac{B}{N}; \quad (4)$$

где B_N -число актов рождений в популяции за весь период наблюдений $\Delta\tau$, B - рождаемость в единицу времени, b- удельная рождаемость.

Смертность определяют количеством особей, погибших за определённый период времени. Смертность подвержена более резким колебаниям, чем рождаемость и играет главную

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

роль в регулировании численности популяций. Абсолютная смертность (D) – это число особей, погибших в единицу времени, удельная смертность (d от англ. death – «гибель») – коэффициент смертности - отношение абсолютной смертности к численности популяции:

$$D = \frac{DN}{\Delta\tau}; \quad d = \frac{D}{N}; \quad (5)$$

где DN - число актов гибели за весь период наблюдений ($\Delta\tau$); D - смертность в единицу времени; d - удельная смертность.

Динамика численности напрямую связана с возрастной структурой популяции. По отношению к популяции выделяют три экологических возраста: дорепродуктивный, репродуктивный, и пострепродуктивный. В сокращающихся популяциях преобладают старые особи, которые уже не способны приносить потомство. Такая возрастная структура свидетельствует о неблагоприятных условиях. В быстро растущих популяциях преобладают интенсивно размножающиеся молодые особи. В стабильных популяциях это соотношение, как правило, 1:1. При благоприятных условиях в популяции имеются все возрастные группы, и поддерживается сравнительно стабильный уровень численности, значительную долю которой составляют молодые половозрелые особи. Возрастная структура популяции определяется на основании данных наблюдений по выборкам (n):

$$N = \left(\frac{\sum X_i}{n} \right) \cdot S; \quad (6)$$

где N - общая численность данной возрастной группы; n^i - число особей этой возрастной группы в выборке. Возрастная структура популяции, как правило, представляется в виде диаграмм, в которых площадь каждого прямоугольника соотносится с числом особей других возрастных групп в одном и том же масштабе.

Смертность в разных возрастных группах неодинакова и зависит от вида популяции. Изменения, происходящие в популяции (виде) по мере взросления и старения особей изображают в виде кривых выживаемости (рис. 1):

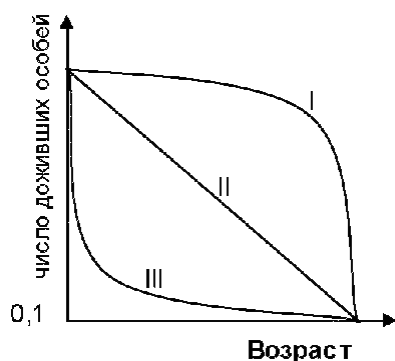


Рис.1. Основные типы кривых выживаемости:

I – смертность слабо зависит от внешних факторов (популяции крупных животных и человека в благоприятных условиях);

II – равномерная смертность во всех возрастных группах (потомство ведёт самостоятельный образ жизни);

III – высокая смертность в ранние периоды жизни.

Биотический потенциал популяций можно описать с помощью простых уравнений - модель Мальтуса. Построение этой модели основано на нескольких допущениях:

- не учитываются физиологические и биохимические процессы в популяции;
- рассматриваются только процессы рождения и естественной гибели, скорости которых пропорциональны численности особей в данный момент времени;

• рассматривается одна популяция, без учета взаимодействия с другими популяциями.

Так, в популяции с исходной численностью N_0 особей, за промежуток времени $\Delta\tau$ появляется ΔN новых особей. Если число вновь появившихся особей прямо пропорционально N_0 и $\Delta\tau$, то имеем уравнение:

$$\Delta N = r \cdot \Delta\tau \cdot N_0 \text{ или } \frac{\Delta N}{\Delta\tau} = r \cdot N_0, (7)$$

где r – биотический потенциал популяции или удельная скорость роста численности. Удельная скорость роста численности (прирост популяции) рассчитывается как разница между удельной рождаемостью и удельной смертностью:

$$r = b - d, (8)$$

где b - удельная рождаемость, а d - удельная смертность (4,5).

$$\frac{dN}{d\tau} = r \cdot N$$

В дифференциальной форме уравнение роста: $\frac{dN}{d\tau} = r \cdot N$, а решением этого уравнения (интегральной формой) – является функция

$$N(\tau) = N_0 \cdot e^{r\tau}, (9)$$

где e - основание натурального логарифма. В случае, когда рождаемость меньше смертности процесс изменения численности называется экспоненциальным затуханием.

Задание: используя данные натуральных наблюдений (табл.1), опишите популяцию живых организмов по плану:

1. Определите среднюю численность популяции.
2. Выявите характер распределения популяции по основной территории.
3. Установите возрастную структуру популяции; постройте диаграмму.
4. Постройте графическую модель биотического потенциала популяции.
5. Определите время $T_{0,5}$, когда численность особей изменится в два раза по сравнению с первоначальной и сравните с расчётной величиной $T_{0,5} = \ln^2/r$
6. Сделайте вывод о степени благоприятности условий существования популяции и дайте прогноз её развития.


Таблица 1. Примеры индивидуальных заданий

№ вар.	Вид организмов	Численность в выборках, ед/км ²										Рождаемость В, ед/год	Смертность D, ед/год	Площадь ареала S, км ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1.	Воробей домашний птенцов взрослых пострепр.	7 8 0	0 2 0	15 8 2	6 8 1	0 12 0	7 8 0	10 6 0	12 8 0	0 8 4	8 6 1	162,5	132	25
2.	Воробей лесной птенцов взрослых пострепр.	5 4 1	0 0 2	0 8 0	6 8 1	6 6 2	7 8 1	10 6 2	2 2 6	0 1 1	5 3 3	118,3	110	23,2
3.	Сорока птенцов взрослых пострепр.	4 2 1	0 2 1	2 4 0	3 2 1	6 6 2	1 8 0	1 9 0	4 2 3	1 1 0	6 2 2	126	108	45
4.	Белка обыкновенная детенышей взрослых пострепр.	12 8 4	8 12 2	6 14 2	12 8 0	5 10 0	0 14 6	8 10 4	6 12 4	8 8 4	10 12 0	112,5	67	20
5.	Ёж амурский													

№ вар.	Вид организмов	Численность в выборках, ед/км ²										Рождаемость B, ед/год	Смертность D, ед/год	Площадь ареала S, км ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	детёнышей взрослых пострепр.	2 10 3	4 8 0	3 8 2	4 10 1	6 6 3	2 10 0	4 8 2	4 8 2	6 6 3	0 12 0	75	58	20
6.	Землеройка детёнышей взрослых пострепр.	8 2 0	6 4 0	6 4 2	8 2 0	8 4 2	3 2 0	6 3 1	7 4 1	6 4 2	8 2 2	250	120	35
7.	Ёж ушастый детёнышей взрослых пострепрод.	4 2 2	6 2 0	3 5 0	6 2 0	4 2 2	6 2 5	8 6 2	5 3 2	6 4 0	4 2 0	124	66	21,8
8.	Стриж птенцов взрослых пострепр.	20 25 5	15 15 0	16 11 3	14 3 3	16 25 5	14 7 2	14 5 5	12 12 8	25 10 5	25 20 2	280	82	14,2
9.	Трясогузка гор- ная детёнышей взрослых пострепр.	8 4 0	8 3 0	10 4 2	2 2 0	4 6 0	0 8 0	4 2 0	6 2 0	0 6 0	0 6 2	85	12	25
10.	Заяц-беляк детёнышей взрослых пострепр.	0 2 4	0 6 0	2 4 2	4 2 2	0 6 2	0 3 2	4 2 1	0 2 2	4 2 2	3 6 2	70	76	20
11.	Амурский тигр (ед/тыс.км ²) детёнышей взрослых пострепрод.	2 1 0	0 0 0	0 1 0	0 0 0	1 1 0	0 0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 0	1 1 0	6	7	45*103
12.	Дальневосточный леопард (ед/тыс.км ²) детёнышей взрослых пострепр.	1 1 0	0 0 0	0 1 0	0 1 0	1 1 0	0 0 1	1 1 0	0 0 0	0 0 1	0 1 0	11	17	30*102
13.	Медведь гималайский (ед/тыс.км ²) детёнышей взрослых пострепр.	3 2 0	0 2 1	0 0 1	2 1 1	0 3 1	1 1 0	4 2 1	2 1 0	0 0 1	3 1 0	52	44	30*102
14.	Волк (ед/тыс.км ²) детёнышей взрослых пострепр.	4 8 2	0 0 1	3 9 1	4 12 3	0 6 2	1 5 1	0 0 1	6 7 2	0 5 0	4 11 3	70	55	33*102
15.	Изюбрь (ед/тыс.км ²) детёнышей взрослых пострепрод.	6 12 2	0 0 1	8 21 5	16 22 4	0 0 0	2 4 0	0 0 0	3 7 2	8 14 5	0 8 1	166	112	90*102

Вопросы к теме:

1. Организм.
2. Вид.
3. Популяция.
4. Экосистема.

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

5. Понятие популяции с точки зрения генетики.

6. Понятие популяции с точки зрения экологии.

Тема 2. Статические и динамические характеристики популяции. Модель изменения численности популяций с учетом внутривидовой конкуренции (модель Ферхюльста)

Часть работы проводится в виде деловой игры.

Цель работы: изучить зависимость численности популяций от пищевых и пространственных ресурсов, расширить представление о математических моделях в экологии.

Содержание работы и методические рекомендации:

Модель динамики численности популяции при ограниченных ресурсах предложил в 1845(1838?) г. французский математик П.Ф. Ферхюльст. Построение этой математической модели основано на следующих допущениях:

- Рост популяции ограничен количеством пищевых ресурсов и доступным пространством, пригодным для местообитания – то есть биологической ёмкостью среды.
- Скорости процессов размножения, естественной гибели и гибели в результате конкурентных конфликтов пропорциональны численности особей в данный момент времени.
- Физиологические и биохимические процессы не учитываются. Учитывается внутривидовая конкуренция за место обитания, за пищевые ресурсы, которая тем интенсивнее, чем выше плотность популяции.

Популяция не взаимодействует с другими популяциями. Кривая, описывающая замедление роста, определяемого биологической ёмкостью среды называется логистической кривой.

Введём обозначения:

$N(\tau)$ – численность популяции в момент τ ;

N_{\min} - минимальная численность которая обеспечивает воспроизводство. Будем считать, что средняя удельная рождаемость выражается положительной постоянной b , не зависящей от времени и размера популяции, а средняя удельная смертность в результате естественных причин выражается коэффициентом d , также не зависящим от времени и плотности популяции.

По мере увеличения плотности популяции возрастает число конкурентных конфликтов со смертельным исходом, вероятность которых определяется величиной $-\delta N^2$, где δ - коэффициент гибели за счёт конкурентных конфликтов.

Составим уравнение динамики численности популяции:

$$\frac{dN}{d\tau} = (b - d - \delta N) \cdot N = rN - \delta N^2 \quad ; (1)$$

где r - биотический потенциал популяции ($r = b - d$).


Решаем нелинейное дифференциальное уравнение (2):

$$\int_{N_0}^N \frac{dN}{dt} = \int_0^t (rN - \delta N^2) dt \Rightarrow \ln \frac{N}{N_0} - \ln \frac{rN - \delta N}{r - \delta N_0} = rt$$

Отсюда, уравнение изменения численности в интегральной форме:

$$N(t) = \frac{N_0 r}{(r - \delta N_0) \cdot e^{-rt} + \delta N_0}, \text{ при } t \rightarrow \infty \quad N \rightarrow N_{\max} = \frac{r}{\delta} \quad (3)$$

Поскольку численность популяции в естественных условиях никогда не остаётся постоянной, а испытывает колебания вблизи максимального значения, характеристической величиной процесса принято считать $T_{0,9}$ - момент времени, когда численность популяции составляет 90% от стационарной (максимальной). Координаты точки перегиба графика $N(t)$ - T_k и N_k (4)- это критический момент развития, когда начинает проявляться межвидовая конкуренция:

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

$$N_k = \frac{r}{2\delta}. \quad (4)$$

Если известно наибольшее число особей при данной биологической ёмкости среды (K или N_{max}), уравнение для построения модели приобретает вид:

$$N_t = (b-d)N_0 \left(\frac{K-N_0}{K} \right) + N_0 \quad (5).$$

Задание:

1. Используя данные своего варианта построить логистическую модель изменения численности популяции.

2. Интерпретировать модель, описав динамику популяции по следующим параметрам: N_{max} - численность популяции в стационарном состоянии; T_{0,9} - характеристическое время, когда численность популяции достигает 90% от N(max); N_{крит.} и T_{крит.} - критическая численность и время, когда в популяции начинает проявляться внутривидовая конкуренция;

3. Сделать прогноз развития популяции.

Варианты индивидуальных заданий

Вар.	Вид животных	N min	b, ед/год	d, ед/год	δ, ед/год
1	Кролик	10	3	0,3	0,005
2	Дятел	18	1,5	0,2	0,003
3	Косуля	12	0,5	0,05	0,007
4	Ёж амурский	10	3	0,3	0,002
5	Лось	25	0,4	0,04	0,001
6	Амурский тигр	45	0,2	0,08	0,002
7	Иволга	20	1	0,6	0,001
8	Стерх	25	1,2	0,3	0,001
9	Голубая сорока	15	1,5	0,3	0,001
10	Дальневосточный леопард	30	0,3	0,07	0,001
11	Рысь	30	0,3	0,1	0,002
12	Кабан	45	1,2	0,1	0,001
13	Изюбр	12	0,5	0,3	0,008
14	Утка мандаринка	23	1,2	0,4	0,001
15	Серая цапля	15	1,1	0,2	0,001
16	Волк	2,0	2,0	0,5	0,001

Вопросы к теме:

1. Статические характеристики популяции: общая численность, плотность, структура (размерная, возрастная, половая).

2. Связь между размерами организмов и плотностью популяции.

3. Популяция в пространстве: случайное, агрегированное (пятнистое) и регулярное размещение особей.

4. Территориальное поведение.

5. Соотношение затрат на охрану территории и получаемых при этом выгод.

6. Динамические характеристики популяции: скорость роста численности, рождаемость, смертность, интенсивность иммиграции и эмиграции.

7. Динамика популяции как баланс протекающих в ней процессов.

8. Распределение смертности по возрастам.


9. Когортные (динамические) и статические таблицы выживания (дожития): способы их построения.

10. Расчет ожидаемой продолжительности дальнейшей жизни для разных возрастов.

11. Основные типы кривых выживания организмов.

12. Демографические таблицы, учитывающие интенсивность размножения.

13. Определение коэффициента воспроизводства.

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

14. Время генерации и способы его оценки.
15. Экспоненциальный рост популяции.
16. Скорость экспоненциального роста: её зависимость от характеристик организма (размера и др.), обеспеченности ресурсами и условий среды.
17. Стабильное возрастное распределение.
18. Расчет скорости экспоненциального роста по демографическим таблицам.
19. Репродуктивная структура популяции.
20. Разные типы возрастной структуры популяций и их связь с динамикой численности.
21. Динамика биомассы популяции.
22. Проблема динамики численности популяций.
23. Логистическая модель регуляции роста численности: предпосылки и следствия.
24. Эффект запаздывания и автоколебания численности.
25. Воспроизведение автоколебательного режима в лабораторных экспериментах.
26. Факторы зависимые и независимые от плотности.
27. Минимальный размер популяции, необходимый для её благополучного существования.

Тема 3. Механизмы поддержания численности, плотности и генетической гетерогенности популяций

Решение ситуационных задач, работа по микрогруппам

Цель работы: научиться анализировать статистические данные и объяснить изменения численности популяций различных видов животных.

Оборудование: статистические данные, отражающие динамику численности популяций различных видов животных.

Ход работы:

Группа студентов разделяется на микрогруппы по 4-5 человек.

Задания:

1. Заполните таблицу


Вид регуляции численности	Характеристика	Примеры

2. Рассмотрите все возможные последствия повышения плотности при условии ограниченности территории для популяций:

- мышей-полевков;
- сов;
- саранчи;
- волков;
- фазанов;
- кроликов;
- слонов.

3. Постройте график изменения заготовок шкурок зайца – беляка на севере России за 25 лет (объем заготовок приводится в баллах). Баллы: 3; 1; 2; 2; 3; 4; 5; 15; 30; 80; 100; 60; 55; 15; 5; 0; 1; 1; 1; 2; 8; 90; 130; 100; По оси X покажите годы, а по оси Y – объем заготовок в баллах. Проанализируйте изменения в количестве заготовок шкур зайца – беляка. Сколько лет составляет один цикл в динамике численности этого вида животных? Назовите факторы, которые могут вызвать подобные периодические колебания численности зайца – беляка. Вывод: перечислите факторы, влияющие на численность популяций различных видов животных.

Тема 4. Взаимодействия популяций. Компьютерное моделирование в экологии Часть работы проводится в форме дискуссии

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Цель работы: изучение и построение моделей конкуренции и взаимоотношений «хищник-жертва».

Содержание работы и методические рекомендации

Внутривидовая конкуренция в популяции с дискретным размножением. Для популяций с дискретным размножением (некоторые виды растений, насекомых и т.д.) поколения четко разнесены во времени и особи разных поколений не сосуществуют. Численность такой популяции можно характеризовать числом N_t и считать t величиной дискретной - номером популяции.

Одна из моделей межвидовой конкуренции в этом случае выражается уравнением

$$N_{t+1} = \frac{N_t \cdot R}{1 + (a \cdot N_t)^b} \quad (1)$$

Здесь R - скорость воспроизводства популяции в отсутствие внутривидовой конкуренции (математически это соответствует случаю $a = 0$). Тогда уравнение определяет просто изменение численности популяции по закону геометрической прогрессии: $N_t = N_0 \cdot R^t$, где N_0 - начальная численность популяции.

Знаменатель в уравнении отражает наличие конкуренции, делающей скорость роста тем меньше, чем больше численность популяции; a и b – параметры модели.

Исходные параметры модели:

- R - скорость воспроизводства;
- N_0 - начальная численность популяции;
- a - параметр, характеризующий интенсивность внутривидовой конкуренции.

Характерная черта эволюции при $b=1$ - выход численности популяции на стационарное значение при любых значениях других параметров. Однако, в природе так бывает не всегда, и более общая модель при $b \neq 1$ отражает другие, более сложные, но реально существующие, виды эволюции. Этим видом модель описывает четыре:

- 1) монотонное установление стационарной численности популяции;
- 2) колебательное установление стационарной численности популяции;
- 3) устойчивые предельные циклы изменения численности популяции;
- 4) случайные изменения численности популяции без наличия явных закономерностей (динамический хаос).


Внутривидовая конкуренция в популяции с непрерывным размножением. Математическая модель в данном случае строится на основе дифференциальных уравнений. Наиболее известна так называемая логистическая модель:

$$\frac{dN}{dt} = r \cdot N \cdot \left(\frac{K - N}{K} \right) \quad (2)$$

Исходные параметры модели:

- r - скорость роста численности популяции в отсутствие конкуренции;
- K - предельное значение численности популяции, при котором скорость роста становится равной нулю;
- N_0 - начальная численность популяции.

Межвидовая конкуренция. В этом случае исследуется конкуренция популяций, потребляющих общий ресурс. Пусть N_1 и N_2 - численности конкурирующих популяций. Модель (называемая также моделью Лотки-Вольтерры) выражается уравнениями

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = r_1 \cdot N_1 \cdot \frac{K_1 - N_1 - \alpha_{12} \cdot N_2}{K_1}, \\ \frac{dN_2}{dt} = r_2 \cdot N_2 \cdot \frac{K_2 - N_2 - \alpha_{21} \cdot N_1}{K_2} \end{cases} \quad (3)$$

Содержательный смысл параметров можно понять из сравнения с предыдущей моделью. Дополнительные параметры α_{12} и α_{21} отражают интенсивность межвидовой конкуренции.

Главный вопрос, который интересует исследователя межвидовой конкуренции - при каких условиях увеличивается или уменьшается численность каждого вида? Данная модель предсказывает следующие режимы эволюции взаимодействующих популяций: устойчивое сосуществование или полное вытеснение одной из них.

Система «хищник-жертва». В этой системе ситуация значительно отличается от предыдущей. В частности, если в случае конкурирующих популяций исчезновение одной означает выигрыш для другой (дополнительные ресурсы), то исчезновение «жертвы» влечет за собой и исчезновение «хищника», для которого в простейшей модели «жертва» является единственным кормом.

Обозначим через C численность популяции хищника и через N - популяции жертвы. Одна из известных моделей выражается следующими уравнениями:

$$\begin{cases} \frac{dN}{dt} = r \cdot N - a \cdot C \cdot N, \\ \frac{dC}{dt} = f \cdot a \cdot C \cdot N - q \cdot C \end{cases} \quad (4)$$

В первое уравнение заложен следующий смысл. В отсутствии хищников (т.е. при $C=0$) численность жертв растет экспоненциально со скоростью r , т.к. модель не учитывает внутривидовой конкуренции. Скорость роста числа жертв (т.е. $\frac{dN}{dt}$) уменьшается тем больше, чем чаще происходят встречи представителей видов; a - коэффициент эффективности поиска.


Второе уравнение говорит о следующем. В отсутствии жертв численность хищников экспоненциально убывает со скоростью q ; положительное слагаемое в правой части уравнения компенсирует эту убыль; f - коэффициент эффективности перехода пищи в потомство хищников.

Рекомендации к выполнению работы:

1. При проведении расчетов необходим контроль точности результатов и устойчивости применяемого численного метода. Для этого достаточно ограничиться эмпирическими приемами (например, сопоставлением решений, полученных с несколькими разными шагами по времени).

2. Целесообразно применять для моделирования стандартные методы интегрирования систем дифференциальных уравнений, описанные в математической литературе. Простейшие методы (метод Эйлера) часто бывают неустойчивы и их применение ведет к лишнему расходу времени.

3. Результаты моделирования следует выводить на экран компьютера в следующих видах: таблицы зависимостей численности популяций от времени, графики этих зависимостей. Уместны звуковые сигналы (одни - в критические моменты для моделируемого процесса, другие - через некоторый фиксированный отрезок пройденного пути и т.д.).

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

4. При выводе результатов в табличном виде следует учитывать, что соответствующий шаг по времени не имеет практически ничего общего с шагом интегрирования и определяется удобством и достаточной полнотой для восприятия результатов на экране. Экран, сплошь забитый числами, не поддается восприятию. Выводимые числа следует разумным образом форматировать, чтобы незначимые цифры практически отсутствовали.

5. При выводе результатов в графической форме графики должны быть построены так, как это принято в математической литературе (с указанием того, какие величины отложены по осям, масштабами и т.д.).

6. Поскольку таблицы и графики на одном экране обычно не помещаются, удобно сделать меню, в котором пользователь выбирает желаемый в настоящий момент вид представления результатов.

Задания к лабораторной работе

1. Выписать математическую модель, определить состав набора входных параметров и их конкретные числовые значения.

2. Спроектировать пользовательский интерфейс программы моделирования, обращая особое внимание на формы представления результатов.

3. Выбрать метод интегрирования дифференциальных уравнений модели, найти в библиотеке стандартных программ или разработать самостоятельно программу интегрирования с заданной точностью.

4. Произвести отладку и тестирование полной программы.

5. Выполнить конкретное задание из своего варианта работы.

6. Качественно проанализировать результаты моделирования.

7. Создать текстовый отчет по лабораторной работе, включающий:

- * титульный лист (название работы, исполнитель, группа и т.д.);
- * постановку задачи и описание модели;
- * результаты тестирования программы;
- * результаты, полученные в ходе выполнения задания (в различных формах);
- * качественный анализ результатов.

Варианты

Вариант 1.

Изучить характер эволюции популяции, описываемый моделью (7.31), при значениях параметров $b = 1$, $R = 1$, $N_0 = 100$ в зависимости от значения параметра a в диапазоне $0,1 \leq a \leq 10$.

Есть ли качественные различия в характере эволюции в зависимости от значения a ?

Вариант 2.

Изучить характер эволюции популяции, описываемый моделью (7.31), при значениях параметров $b = 1$, $R = 4$, $N_0 = 100$ в зависимости от значения параметра a в диапазоне $0,1 \leq a \leq 10$.

Есть ли качественные различия в характере эволюции в зависимости от значения a ?

Вариант 3.

Изучить характер эволюции популяции, описываемый моделью (7.31), при значениях параметров $b = 4$, $R = 1$, $N_0 = 100$ в зависимости от значения параметра a в диапазоне $0,1 \leq a \leq 10$.


Есть ли качественные различия в характере эволюции в зависимости от значения a ?

Вариант 4.

Изучить характер эволюции популяции, описываемый моделью (7.31), при значениях параметров $a = 1$, $R = 1$, $N_0 = 100$ в зависимости от значения параметра b в диапазоне $0,1 \leq b \leq 10$.

Есть ли качественные различия в характере эволюции в зависимости от значения b ?

Вариант 5.

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Изучить характер эволюции популяции, описываемый моделью (7.31), при значениях параметров $a = 1$, $R = 4$, $N_0 = 100$ в зависимости от значения параметра b в диапазоне $0,1 \leq b \leq 10$.

Есть ли качественные различия в характере эволюции в зависимости от значения b ?

Вариант 6.

Изучить характер эволюции популяции, описываемый моделью (7.31), при значениях параметров $a = 3$, $R = 1$, $N_0 = 100$ в зависимости от значения параметра b в диапазоне $0,1 \leq b \leq 10$.

Есть ли качественные различия в характере эволюции в зависимости от значения b ?

Вариант 7.

Изучить характер эволюции популяции, описываемый моделью (7.31), при значениях параметров $a = 3$, $b = 1$, $N_0 = 100$ в зависимости от значения параметра R в диапазоне $1 \leq R \leq 4$.

Есть ли качественные различия в характере эволюции в зависимости от значения R ?

Вариант 8.

Изучить характер эволюции популяции, описываемый моделью (7.31), при значениях параметров $a = 3$, $b = 4$, $N_0 = 100$ в зависимости от значения параметра R в диапазоне $1 \leq R \leq 4$.

Есть ли качественные различия в характере эволюции в зависимости от значения R ?

Вариант 9.

Реализовать модель (7.31) при следующих наборах значений параметров:

- 1) $N_0 = 100, a = 1, R = 2, b = 1$;
- 2) $N_0 = 100, a = 1, R = 2, b = 4$;
- 3) $N_0 = 100, a = 1, R = 4, b = 3.5$;
- 4) $N_0 = 100, a = 1, R = 4, b = 4.5$

и изучить вид соответствующих режимов эволюции.

Вариант 10.

Для модели (7.31) в фазовой плоскости (b, R) найти границы зон, разделяющих режимы монотонного и колебательного установления стационарной численности популяции изучаемой системы.

Вариант 11.

Для модели (7.31) в фазовой плоскости (b, R) найти границы зон, разделяющих режим колебательного установления стационарной численности популяции изучаемой системы и режим устойчивых предельных циклов.

Вариант 12.


Реализовать моделирование межвидовой конкуренции по формулам (7.33) при значениях параметров $r_1 = 2, r_2 = 2, K_1 = 200, K_2 = 200, \alpha_{12} = 0,5, \alpha_{21} = 0,5$. Проанализировать зависимость судьбы популяций от соотношения значений их начальной численности N_1^0, N_2^0 .

Вариант 13.

Реализовать моделирование межвидовой конкуренции по формулам (7.33) при значениях параметров $r_1 = 2, r_2 = 2, K_1 = 200, K_2 = 200, N_1^0 = 100, N_2^0 = 100$. Проанализировать зависимость судьбы популяций от соотношения значений коэффициентов конкуренции α_{12} и α_{21} .

Вариант 14.

Построить в фазовой плоскости $(N_1^{(0)}, N_2^{(0)})$ границы зон, разделяющих какие-либо два режима эволюции конкурирующих популяций (в соответствии с моделью (7.33)). Ос-

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

тальные параметры модели выбрать произвольно. Учесть при этом, что режим устойчивого сосуществования популяций может в принципе реализоваться только при $\alpha_{12} \cdot \alpha_{21} < 1$.

Вариант 15.

Провести моделирование динамики численности популяций в системе «хищник-жертва» (модель (7.34)) при значениях параметров $r = 5$, $a = 0,1$, $q = 2$, $f = 0,6$. Проанализировать зависимость исхода эволюции от соотношения значений параметров N_0 и C_0 .

Вариант 16.

Провести моделирование динамики численности популяций в системе «хищник-жертва» (модель (7.34)) при значениях параметров $r = 5$, $a = 0,1$, $q = 2$, $N_0 = 100$, $C_0 = 6$. Проанализировать зависимость результатов моделирования от значения параметра f в диапазоне $0,1 \leq f \leq 2$.

Вариант 17.

Провести моделирование динамики численности популяций в системе «хищник-жертва» (модель (7.34)) при значениях параметров $r = 5$, $a = 0,1$, $f = 2$, $N_0 = 100$, $C_0 = 6$. Проанализировать зависимость результатов моделирования от значения параметра q в диапазоне $0,1 \leq q \leq 2$.

Вариант 18.

Провести моделирование динамики численности популяций в системе «хищник-жертва» (модель (7.34)) при значениях параметров $a = 0,1$, $f = 2$, $q = 2$, $N_0 = 100$, $C_0 = 6$. Проанализировать зависимость результатов моделирования от значения параметра q в диапазоне $0,1 \leq r \leq 2$.

Вариант 19.

Провести моделирование динамики численности популяций в системе «хищник-жертва» (модель (7.34)) при значениях параметров $r = 5$, $q = 2$, $f = 2$, $N_0 = 100$, $C_0 = 6$. Проанализировать зависимость результатов моделирования от значения параметра q в диапазоне $0,1 \leq a \leq 2$.

Вариант 20.

Модель (7.34) предсказывает сопряженные колебания численности жертв и хищников. Исследовать зависимость запаздывания амплитуд колебаний численности хищников от амплитуд колебаний численности жертв в зависимости от значений параметра a . Значения остальных параметров фиксировать по усмотрению.

Вариант 21.

Модель (7.34) предсказывает сопряженные колебания численности жертв и хищников. Исследовать зависимость запаздывания амплитуд колебаний численности хищников от амплитуд колебаний численности жертв в зависимости от значений параметра q . Значения остальных параметров фиксировать по усмотрению.

Вариант 22.


Модель (7.34) предсказывает сопряженные колебания численности жертв и хищников. Исследовать зависимость запаздывания амплитуд колебаний численности хищников от амплитуд колебаний численности жертв в зависимости от значений параметра f . Значения остальных параметров фиксировать по усмотрению.

Вариант 23.

Модель (7.34) предсказывает сопряженные колебания численности жертв и хищников. Исследовать зависимость запаздывания амплитуд колебаний численности хищников от амплитуд колебаний численности жертв в зависимости от значений параметра r . Значения остальных параметров фиксировать по усмотрению.

Вариант 24.

Модель (7.34) предсказывает сопряженные колебания численности жертв и хищников. Исследовать зависимость запаздывания амплитуд колебаний численности хищников от амплитуд колебаний численности жертв в зависимости от соотношения значений на-

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

чальных численностей популяций N_0 и C_0 . Значения остальных параметров фиксировать по усмотрению.

Вопросы к теме:

1. Отношения "ресурс - потребитель" (хищник - жертва).
2. Функциональная реакция потребителя на увеличение количества ресурса (числа жертв).
3. Численная реакция потребителя на возрастание количества ресурса.
4. "Пороговая концентрация" ресурса - минимальное содержание ресурса, допускающее поддержание стационарной (постоянной) численности.
5. Изоклина "нулевого прироста" популяции в пространстве двух ресурсов (взаимозаменяемых и незаменимых).
6. Колебания "хищник - жертва".
7. Модель Лотки - Вольтерры.
8. Попытки создания экспериментальных систем "хищник - жертва".
9. Роль миграции хищника и жертвы в поддержании их сосуществования.
10. Взаимоотношения «хищник – жертва» в природе.
11. Коэволюция хищника и жертвы.
12. "Цена" защиты от хищников.
13. Пищедобывательное поведение хищников (потребителей).

Раздел 2. Экология экосистем

Тема 5. Потoki вещества и энергии в экосистемах. Оценка состояния популяций промысловых рыб и других гидробионтов водных биоценозов

Часть работы проводится в виде мозгового штурма.

Цель работы: познакомиться с методами оценки популяций промысловых гидробионтов

Содержание работы и методические рекомендации

Промысел направлен на эксплуатацию продукционных свойств некоторой популяции рыбы. Поэтому для организации рационального рыболовства необходимо оценить основные популяционные характеристики и выяснить, каким образом на них влияет рыболовство. Главный фактор, определяющий динамику популяции – промысел.


Параметры – это некоторые показатели (или константы), которые описывают исследуемую популяцию. Популяционные параметры подразделяются на две группы – статические и динамические. Статические параметры популяции характеризуют состояние популяции в некоторый момент времени. Их можно «увидеть», измерить, определить: величина популяции (численность – BN ; биомасса – BW); состав популяции: качественный (размер рыбы, возраст, пол, стадия зрелости) и количественный (численность или биомасса отдельных 1 групп популяции); структура популяции (соотношение численностей или биомасс особей, сгруппированных по определенному признаку).

Динамические параметры популяции. Сами по себе статистические параметры не остаются постоянными, а изменяются во времени. Скорость этих изменений описывает вторая группа параметров, которые называются динамическими.

Динамические параметры изменяются в единицах скорости. Это четыре параметра, используемые в уравнении Рассела:

- 1) рождаемость R (пополнение) – скорость появления новых особей в популяции;
- 2) смертность M – скорость уменьшения численности популяции во времени;
- 3) рост G – скорость увеличения (или уменьшения) массы особей во времени;
- 4) вылов F – скорость уменьшения численности популяции под воздействием промысла.

Динамические параметры этой группы используют для составления дифференци-

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

альных уравнений, где они отражают скорость того или иного процесса. Например, в уравнение Баранова смертность $Z = M + F$ есть скорость уменьшения численности рыб.

Динамические параметры, выражаемые как эффект динамического процесса, происходящего в течение определенного периода времени (сутки, месяц, год):

1) продукция P – суммарный прирост массы всех особей популяции за определенный промежуток времени;

2) улов YN, YW – суммарная численности или масса особей, изъятых промыслом их популяции за определенный промежуток времени.

Динамические параметры этой группы выражаются через интегрированные выражения, которые описывают изменения во времени статистических параметров, например, уравнение улова: $2 Y N = \int_{t=0}^{t=1} F N t dt$

Промысловая структура популяции

Общий запас (TSB – Total Stock Biomass, TSN – Total Stock Number) – численность или биомасса популяции в пределах водоема или промыслового района.

Общий запас состоит из особей всех возрастных групп в возрастах от 0 до $t\lambda$: $TSN = \sum_{t=0}^{t=t\lambda} N t$ $TSB = \sum_{t=0}^{t=t\lambda} N t W t$

Предельный возраст $t\lambda$ – предельный возраст жизни рыбы в промысловой стадии. Фактически он может быть принят равным тому возрасту, до которого доживают наиболее зрелые особи вида. Общий запас подразделяется на несколько частей, границы которых определяются возрастом достижения рыбой определенного состояния.

Возраст пополнения t_r – это тот возраст, в котором рыба впервые вступает в промысловое стадо и может быть отловлена. Он определяется биологическими особенностями вида и связан с переходом молоди к образу жизни взрослых рыб. В этом возрасте молодь мигрирует в районы, где обитают взрослые рыбы, переходит на питание, характерное для взрослых рыб (обычно переходит переход с планктонного на бентосное питание или хищничество), совершает вместе с ними определенные миграции и теоретически может быть отловлена.

Промысловый запас (стадо) (Stock, BN, BW) – часть популяции рыбы, которая присутствует в районе промысла и теоретически может быть отловлена. Промысловый запас ограничен интервалом возрастов t_r и $t\lambda$.

Поклоение (когорта) – рыбы, родившиеся в одном году – одновозрастные особи, возрастная группа.

Пополнение R – рыбы одного поколения, которые, достигнув возраста t_r , вступают в промысловое стадо, становятся доступны для промысла и теоретически могут быть отловлены. Однако, фактически рыбы изымаются промыслом не сразу с возраста t_r , а несколько позже, тогда, когда в зависимости от селективности орудий лова (обычно шага ячеи) они достигнут таких размеров, что не смогут проходить через ячею.


Возраст вступления в эксплуатацию t_c (возраст первой поимки) – минимальный возраст, начиная с которого рыба оказывается подверженной воздействию промысла и присутствует в уловах. Он определяется морфологическими особенностями вида, характером промысла и селективностью используемых орудий лова. Для различных типов орудий лова возраст первой поимки зависит от следующих характеристик:

- для отцеживающих орудий лова t_c равен возрасту, в котором рыба достигает такой длины, что не может пройти через ячею;

- для объеживающих – t_c равен минимальному возрасту, при котором обхват рыбы становится таким, что рыба может запутаться в сети – проходить в ячею дальше жаберных крышек и не проходить в районе максимального охвата тела;

- для крючковых – t_c равен минимальному возрасту, при котором рыба достигнет такой длины, что способна заглотить крючок.

Задача 1: В пресноводных водоемах молодь леща, как правило, держится в при-

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

брежных мелководных районах, где имеет специфический характер питания, потребляя в основном организмы, и не используется промыслом.

Достигнув длины 13-15 см, что наблюдается приблизительно в трехлетнем возрасте, рыбы перемещаются в глубоководную часть. У них изменяется состав пищи, происходит переход на преимущественное потребление бентоса, и молодь начинает нагуливаться вместе со взрослыми особями, совершая со всем стадом определенные миграции. Образ жизни молоди становится сходным с образом жизни взрослых особей. Следовательно, возраст пополнения t_r для леща будет равен трем годам. Непосредственно промысел леща начинается не сразу, а согласно существующим правилам рыболовства он разрешается лишь по достижении рыбами длины 30 см, что происходит обычно в 6-летнем возрасте. Размер ячеи в используемых орудиях лова подбирается таким образом, чтобы не ловить особей меньше этого минимального размера. Обычно в этих целях устанавливается минимальный размер ячеи, равный в данном случае 60 мм. В результате, исходя из рассматриваемой нами схемы, возраст вступления в эксплуатацию будет равен шести годам. В естественных водоемах отдельные особи леща доживают до 17-20 лет.

Взяв предельные значения, какова будет численность возрастных групп в промысловом запасе популяции и в эксплуатируемом запасе?

Задача 2: Обыкновенная щука *Esox lucius* в нашем крае достигает 1,5м, а вес – 18 кг, максимальный возраст – 13 лет. В промысловых уловах преобладают особи от 2 до 10 лет, а основная масса представлена рыбами 3-5 лет. Самки созревают в возрасте 3х лет, самцы – 2х. Каков предельный возраст щуки, возраст пополнения, возраст созревания? Вопросы к теме:

1. На какие группы подразделяются популяционные параметры?
2. Перечислите параметры, измеряющиеся в единицах скорости.
3. Перечислите параметры, выражаемые как эффект динамического процесса.
4. Дайте определение младшевозрастной части.
5. Что подразумевается под понятием возраст пополнения?
6. Дайте определение промысловому запасу.
7. Какие параметры обозначают следующими символами FSN, FSB, NSN, NSB?
8. Какие параметры определяют возраст вступления в эксплуатацию?

Тема 6. Типы и классификации сообществ и экосистем и их оценка. Методики оценки стабильности развития и флуктуирующая асимметрия

Часть работы проводится в форме дискуссии

Цель работы: Определение степени антропогенной нагрузки на территорию с помощью методики оценки стабильности развития березы повислой.

Содержание работы и методические рекомендации

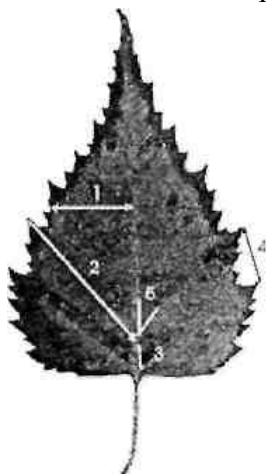
Материалы и оборудование: засушенные листья березы повислой, собранные с деревьев, растущих вблизи автостреды и в парковой зоне; линейки; транспортиры; циркули; калькуляторы; альбомы.

Ход работы: Стабильность развития как способность организма к развитию без нарушений и ошибок является чувствительным индикатором состояния природных популяций. Наиболее простым и доступным для широкого использования способом оценки стабильности развития является определение величины флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков. Этот подход достаточно прост с точки зрения сбора, хранения и обработки материала. Он не требует специального сложного оборудования, но при этом позволяет получить интегральную оценку состояния организма при всем комплексе возможных воздействий (включая антропогенные факторы).

Для оценки последствий антропогенного воздействия площадки выбираются из максимально сходных по естественным условиям биотопов с разной степенью антропо-

генной нагрузки.

Каждая выборка должна включать в себя 100 листьев (по 10 листьев с 10 растений).



Листья с одного растения лучше хранить отдельно, для того, чтобы в дальнейшем можно было проанализировать полученные результаты индивидуально для каждой особи.

Оценка стабильности развития по каждому признаку сводится к оценке асимметрии. На практике это означает учет различий в значениях признака слева и справа.

Для пластического признака величина асимметрии у особи рассчитывается как различие в промерах слева и справа, отнесенное к сумме промеров на двух сторонах. Использование такой относительной величины необходимо для того, чтобы нивелировать зависимость величины асимметрии от величины самого признака. Популяционная оценка выражается средней арифметической этой величины. Статистическая значимость различий между выборками

определяется по критерию Стьюдента.

Для измерения лист березы помещают перед собой стороной, обращенной к верхушке побега. С каждого листа снимают показатели по пяти промерам с левой и правой сторон листа (рис. 1).

1-5 – Промеры листа:

- 1 – ширина половинки листа (измерение проводят по середине листовой пластинки);
- 2 – длина второй от основания листа жилки второго порядка;
- 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка;
- 4 – расстояние между концами этих жилок;
- 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

Рисунок 1. Схема морфологических признаков или оценки стабильности развития березы повислой


Для измерений потребуются измерительный циркуль, линейка и транспортир. Промеры 1 - 4 снимаются циркулем-измерителем, угол между жилками (признак 5) измеряется транспортиром.

Результаты измерений заносятся в таблицу.

Таблица 1. Образец таблицы для обработки данных по оценке стабильности развития с использованием пластических признаков (промеры листа)

№	Номер признака									
	1		2		3		4		5	
	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа
1	18	20	32	33	1	1	12	12	46	50
2	20	19	33	33	3	3	14	13	50	49
3	18	18	31	31	2	3	12	11	50	46
4	18	19	30	32	2	3	10	11	49	49
5	20	20	30	33	6	3	13	14	46	53
6	12	14	22	22	4	4	11	9	39	39
7	14	12	21	25	3	3	11	11	34	41
8	13	14	25	23	3	3	10	8	14	42
9	12	14	24	25	5	5	9	9	40	12
10	14	14	25	25	4	4	9	8	32	32

Интегральным показателем стабильности развития для комплекса пластических

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

признаков является средняя величина относительного различия между сторонами на признак. Этот показатель рассчитывается как средняя арифметическая суммы относительной величины асимметрии по всем признакам у каждой особи, отнесенная к числу используемых признаков. Система пластических признаков используется при оценке стабильности развития у растений.

1. Для каждого промеренного листа вычисляются относительные величины асимметрии для каждого признака. Для этого разность между промерами слева (L) и справа (K) делят на сумму этих же промеров:

$$(L-K) / (L+K)$$

Например: Лист N1 (таблица 2), признак 1 $(L-K)/(L+K)=$

$$(18-20)/(18+20)=2/38=0,052$$

Полученные величины заносятся во вспомогательную таблицу в графы 2-6.

2. Вычисляют показатель асимметрии для каждого листа. Для этого суммируют значения относительных величин асимметрии по каждому признаку и делят на число признаков.

Например, для листа 1 (таблица 2):

$$(0,052+0,015+0+0+0,042)/5=0,022$$

Результаты вычислений заносят в графу 7 вспомогательной таблицы.

3. Вычисляется интегральный показатель стабильности развития - величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого вычисляют среднюю арифметическую всех величин асимметрии для каждого листа (графа 7). В нашем случае искомая величина равна:


$$(0,022+0,015+0,057+0,061+0,098+0,035+0,036+0,045+0,042+0,012) / 10=0,042$$

Статистическая значимость различий между выборками по величине интегрального показателя стабильности развития (частота асимметричного проявления на признак, величина среднего относительного различия между сторонами на признак) определяется по t- критерию Стьюдента.

Таблица 2. Образец таблицы для обработки данных по оценке стабильности развития с использованием пластических признаков (промеры листа). Вспомогательная таблица для расчета интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке

№	Номер признака					Величина асимметрии
	1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7
1	0,052	0,015	0	0	0,042	0,022
2	0,026	0	0	0,037	0,010	0,015
3	0	0	0,2	0,044	0,042	0,057
4	0,027	0,032	0,2	0,048	0	0,061
5	0	0,048	0,33	0,037	0,071	0,098
6	0,077	0	0	0,1	0	0,035
7	0,077	0,019	0	0	0,081	0,036
8	0,037	0,042	0	0,111	0,037	0,045
9	0,077	0,020	0	0	0,111	0,042
10	0	0	0	0,059	0	0,012
Величина асимметрии в выборке						X-0,042

При сравнении выборок может быть зафиксировано определенное различие и оценена его статистическая значимость. Затруднение при этом вызывает оценка степени выявленных отклонений, их места в общем диапазоне возможных изменений показателя. Такая оценка особенно важна для сравнения различных территорий и видов. При получении

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

данных по различным природным популяциям возможна разработка балльной шкалы для оценки степени отклонения от нормы. Базовые принципы для ее построения следующие. Диапазон значений показателя, соответствующий условно нормальному фоновому состоянию, принимается как первый балл (условная норма). Диапазон значений, соответствующий критическому состоянию, принимается за пятый балл. Весь диапазон между этими пороговыми уровнями ранжируется в порядке возрастания значений показателя. Поскольку при этом суммируются данные по ряду независимых показателей, мы получаем в действительности интегральную оценку ситуации для сравнения различных территорий и видов. Эта система представляет собой балльную оценку изменений состояния организма по уровню стабильности развития.

Использование балльной шкалы возможно, как для фонового мониторинга, так и для оценки последствий разных видов антропогенного воздействия. При этом нужно иметь в виду, что изменение состояния, здоровья живого организма является неспецифической реакцией на самые различные воздействия и показатель стабильности развития дает информацию о результатах всех этих воздействий.

Таблица 3. Пятибалльная шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы повислой (*Betula pendula*)

Балл	Величина показателя стабильности развития
I	< 0,040
II	0,040 - 0,044
III	0,045 - 0,049
IV	0,050 - 0,054
V	>0,054

В приведенном примере показатель асимметрии был равен 0,042, что соответствует второму баллу шкалы. Это означает, что растения испытывают слабое влияние неблагоприятных факторов.

Значения показателя асимметрии, соответствующие третьему и четвертому баллам обычно наблюдаются в загрязненных районах.

Вопросы к теме:


1. Что такое стабильность развития?
2. Что такое флуктуирующая асимметрия?
3. Чем объясняется выбор березы повислой для оценки антропогенной нагрузки на территорию?
4. Что такое пластический признак?
5. Какие промеры листа используются как критерии стабильности развития?
6. Каковы принципы построения шкалы для оценки степени отклонения от нормы и что принимается за условную норму?

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ


Не предусмотрены.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Предмет, цель и задачи экологии популяций и сообществ.
2. Определение популяции.
3. Экологический и географический подходы к определению популяции.
4. Экологический и генетический подходы к определению популяции.
5. Территориальная иерархия популяций.

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

6. Статические показатели популяций.
7. Динамические показатели популяций
8. Биотический потенциал популяции и сопротивление среды.
9. Составляющие биотического потенциала.
10. Расчет биотического потенциала.
11. Возрастная структура популяции.
12. Половая структура популяции.
13. Графическое отображение половозрастной структуры популяции.
14. Пространственная структура популяции.
15. Гетерогенность популяций.
16. Этологическая структура популяции.
17. Оседлые и кочевые виды животных. Преимущества и недостатки каждого образа жизни.
18. Хоминг и механизмы его поддержания.
19. Генетические процессы в популяциях.
20. Механизмы поддержания пространственной структуры популяции.
21. Механизмы поддержания генетической структуры популяции.
22. Регуляция плотности населения в популяции.
23. Рождаемость и смертность.
24. Кривые и таблицы выживания.
25. Рост популяции и кривые роста.
26. Циклические колебания численности и их причины.
27. Типы динамики численности.
28. Экологические стратегии популяций. Типология Р. Мак-Артура и Э. Уилсона.
29. Экологические стратегии популяций. Типология Л.Г. Раменского и Д. Грайма.
30. Жизненные формы видов.
31. Определение биоценоза.
32. Трофическая структура биоценозов.
33. Пространственная структура биоценозов.
34. Экологическая ниша вида.
35. Классификация взаимоотношений популяций.
36. Конкуренция и нейтрализм.
37. Взаимоотношения «фитофаг-растение».
38. Взаимоотношения «хищник-жертва».
39. Взаимоотношения «паразит-хозяин».
40. Паразитизм: его виды, способы защиты жертвы, приспособления паразита к паразитическому образу жизни.
41. Мутуализм.
42. Комменсализм и аменсализм.
43. Соотношение понятий «биоценоз» и «экосистема».
44. Классификации изменений экосистем.
45. Циклические изменения экосистем.
46. Первичные автогенные сукцессии и климакс.
47. Модели автогенных сукцессий.
48. Гетеротрофные сукцессии.
49. Вторичные автогенные сукцессии.
50. Аллогенные сукцессии.
51. Природная и антропогенная эволюция экосистем.
52. Классификация природных систем биосферы на ландшафтной основе.
53. Наземные экосистемы (биомы) и их характеристика.

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		


54. Приспособления живых организмов, обитающих в биомах пустынь, полупустынь и степей.
55. Приспособления живых организмов, обитающих в тундре.
56. Приспособления живых организмов, обитающих в дождевых тропических лесах.
57. Приспособления живых организмов, обитающих в широколиственных лесах умеренной зоны.
58. Пресноводные экосистемы и их характеристика.
59. Приспособления живых организмов, обитающих в пресноводных экосистемах.
60. Морские экосистемы и их характеристика.
61. Приспособления живых организмов, обитающих в морских экосистемах.
62. Исторические этапы становления экологии популяций и сообществ.
63. Связь между размерами организмов и плотностью популяции. Соотношение затрат на охрану территории и получаемых при этом выгод.
64. Биоритмы и их классификация.
65. Фотопериодизм. Значение фотопериодизма для растений и животных.
66. Коэволюция видов. Коэволюция хищника и жертвы.
67. «Цена» защиты от хищников. Оптимальная стратегия выбора жертв.
68. Конкуренция. Виды, значение.
69. Место и роль человека как биологического вида в эволюции биоразнообразия и сукцессиях в современных экосистемах.
70. Модель конкуренции Лотки – Вольтерры – Гаузе и ее ограничения. Лабораторные опыты по конкуренции.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ


Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019 г.).

Форма обучения – очная.

№	Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
1.	Раздел 1. Экология популяций Понятие об экологии популяций и сообществ	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка доклада; • Подготовка к сдаче экзамена 	12	Устный опрос, доклад, экзаменационный вопрос
2.	Статические и динамические характеристики популяции	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка доклада; 	12	Устный опрос, доклад, экзаменационный вопрос

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

		<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к сдаче экзамена 		
3.	Механизмы поддержания численности, плотности и генетической гетерогенности популяций	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка доклада; • Подготовка к сдаче экзамена 	12	Устный опрос, доклад, экзаменационный вопрос
4.	Взаимодействия популяций	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка доклада; • Подготовка к сдаче экзамена 	12	Устный опрос, доклад, экзаменационный вопрос
5.	Раздел 2. Экология экосистем Потоки вещества и энергии в экосистемах	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка доклада; • Подготовка к сдаче экзамена 	12	Устный опрос, доклад, экзаменационный вопрос
6.	Типы и классификации сообществ и экосистем	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка доклада; • Подготовка к сдаче экзамена 	12	Устный опрос, доклад, экзаменационный вопрос
Всего			72	

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная:

1. Шилов И.А. Экология популяций и сообществ: учебник для вузов / Шилов Игорь Александрович; И. А. Шилов. - Москва: Юрайт, 2022. - 227 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/489952>
2. Ручия А. Б. Экология популяций и сообществ: учебник для спец. 020803 "Биоэкология", направлению 020200 "Биология" и спец. 020201 "Биология" / Ручин Александр Борисович. - Москва: Академия, 2006. - 352 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование) (Естественные науки). - Библиогр.: с. 342. - ISBN 5-7695-2962-8 (в пер.).

дополнительная литература:

1. Богданов, И. И. Экология популяций и сообществ: учебное пособие для студентов экологических специальностей педагогических вузов / И. И. Богданов; И. И. Богданов. - Экология популяций и сообществ; 2025-10-27. - Омск: Издательство ОмГПУ, 2015. - 256 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - Текст. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 27.10.2025 (автопродлонгация). - электронный. - Электрон. дан. (1 файл). - URL: <http://www.iprbookshop.ru/105338.html>.
2. Кузнецова, Н. А. Проверочные задания по общей экологии / Н. А. Кузнецова, И. А. Жигарев, А. И. Бокова и др. - Москва: Прометей, 2012. - 96 с. - ISBN 978-5-7042-2373-3. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785704223733.html>

учебно-методическая:

1. Рассадина Е. В. Экология популяций и сообществ [Электронный ресурс]: электрон. учеб. курс: учеб. пособие / Рассадина Екатерина Владимировна, Ж. А. Антонова; УлГУ. - Электрон. текстовые дан. - Ульяновск: УлГУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - (Электронный учебный курс). - CD-ROM.
2. Семенов Д. Ю. Популяционная экология: методические указания для лабораторных работ и самостоятельной работы студентов экологического факультета направления подготовки бакалавриата 05.03.06 - Экология и природопользование / Д. Ю. Семенов; УлГУ, Экол. фак. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 671 КБ). - Текст : электронный.

Согласовано:


Специалист ведущий
Должность сотрудника НБ

Стадольникова Д. Р./
ФИО

подпись

дата

Стадольникова Д. Р. 12.05.2023

Министерство науки и высшего образования Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории для проведения лекций и семинарских занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций, аудитории для проведения лабораторных работ.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

Аудитории для проведения лабораторных работ имеют: комплект лабораторной мебели (лабораторные столы, шкафы для хранения микропрепаратов, микроскопы – ЛО-МО Микмед-1, МБС-10) и технических средств обучения, служащими для представления учебной информации аудитории (комплект мультимедийного оборудования: ПК, мультимедийный проектор, экран, акустические колонки).

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

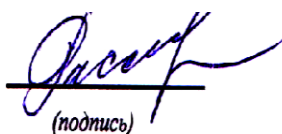
– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик


(подпись)

доцент

(должность)

Е.В. Рассадина

(ФИО)

12.05. 2023 г.