

«УТВЕРЖДАЮ»
 Декан биологического факультета МГУ
 Академик М.П.Кирпичников 2015 г.



Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля): «Демография популяций»
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки – **06.06.01 Биологические науки**. Направленность (профиль) программы – Экология.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП (весенний семестр), спецкурс по выбору (читается на кафедре общей экологии)
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1: Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1) Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных

	достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)
УК-2 <i>Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки.</i>	Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код 31 (УК-2)
УК-3: <i>Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</i>	Владеть: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2 (УК-3)
УК-4: <i>Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке</i>	Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1 (УК-4) Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32 (УК-4)
ОПК-1 <i>Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</i>	Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.

6. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 академических часа, из которых 24 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (24 часа занятий лекционного типа) и 48 часов составляет самостоятельная работа аспиранта (выполнение домашних заданий).

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

ЗНАТЬ: зоологию беспозвоночных, зоологию позвоночных, ботанику, физиологию животных, генетику с основами популяционной генетики, математический анализ, основы теории вероятностей и математической статистики (на уровне программ специалиста/магистра), теоретические и методологические основы биологических научных исследований

УМЕТЬ: вырабатывать на основе рационального анализа экспериментальных результатов свою точку зрения в вопросах популяционной экологии и отстаивать ее во время дискуссии со специалистами и неспециалистами; читать и реферировать научную литературу в области популяционной экологии, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав.

ВЛАДЕТЬ: современными информационно-коммуникационными технологиями, иностранным языком.

8. Образовательные технологии: классические лекционные технологии.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы						Самостоятельная работа обучающегося, часы		
		из них						из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Введение. Предмет и задачи демографии как основы популяционной экологии. Основная терминология. Методы демографии (общий обзор).	6	2					2	4		4
Экспоненциальная и логистическая модели роста численности.	6	2					2	4		4
Когорта как элементарный объект демографического анализа. Описание динамики возрастной структуры популяции на языке когорт.	6	2					2	4		4
Жизненные таблицы. Типы жизненных		2					2	4		4

таблиц. Методы построения жизненных таблиц.	6									
Демография популяций и концепция экологической ниши	6	2					2	4		4
Демография популяций и межпопуляционные взаимодействия. Конкуренция.	12	4					4	8		8
Демография популяций и взаимодействия хищник-жертва.	12	4					4	8		8
Демография популяций и теория жизненных стратегий	6	2					2	4		4
Демография популяций и макроэкология	6	2					2	4		4
Прикладные аспекты демографии популяций	6	2					2	4		4
Промежуточная аттестация - зачет										
Итого:	72	24					24	48		48

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Конспекты лекций, аудио- и видеозаписи лекций, файлы презентаций лекций, основная и дополнительная учебная литература (см. п.11)

11. Ресурсное обеспечение:

Основная литература

1. Krebs C. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. 5th edition (или более ранние). Harper and Row. 2001.
2. Гиляров А.М. Популяционная экология. М.: Изд. МГУ. 1990.

Дополнительная литература

1. Gotelli N.J. A primer of ecology. 4th edition (или более ранние). Sinauer. 2008.
2. Ивлев В.С. Экспериментальная экология питания рыб. 2-е издание. Киев: Наукова думка. 1977.
3. Polishchuk L.V., Vijverberg J., Voronov D.A., Mooij W.M. How to measure top-down vs bottom-up effects: a new population metric and its calibration on Daphnia. Oikos. 2013. V. 122. No. 8. P. 1177-1186.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://esapubs.org/archive/ecol/E084/093/metadata.htm> (база данных по демографическим характеристикам плацентарных млекопитающих, кроме рукокрылых)

<http://esapubs.org/archive/ecol/E090/184/default.htm> (PanTHERIA - база данных по демографии, экологии и географическому распространению современных и недавно вымерших млекопитающих)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

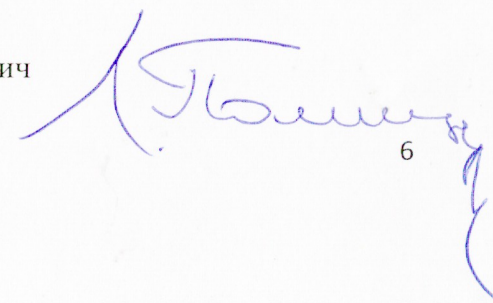
Интернет-браузер Google Chrome, информационные справочные системы Google Scholar и Web of Science (WoS)

Описание материально-технической базы.

Кафедра общей экологии биологического факультета МГУ располагает необходимым аудиторным фондом, компьютерами, проекторами и экранами.

12. Язык преподавания: русский

13. Преподаватель (преподаватели): д.б.н., профессор кафедры общей экологии Полищук Леонард Владимирович



**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Демография популяций»
на основе карт компетенций выпускников**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю), баллы БРС					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1, 0	2 1-29	3 30-59	4 60-89	5 90-100	
Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, зачет
Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- - индивидуальное собеседование, зачет
Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код З1(УК-2)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, зачет
Владеть:	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, зачет

технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2(УК-3)						
Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, зачет
Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, зачет
Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, зачет

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры вопросов к промежуточному контролю (темы рефератов, вопросы для индивидуального собеседования):

- 1) Роль экспоненциальной модели роста численности в экологии. Сравните ее с ролью линейной модели в физике и технике.
- 2) Когорта как элементарная единица демографического анализа.
- 3) Что означает фраза «По данным Росстата, ожидаемая продолжительность жизни в России на 2008 год составляла 67,9 лет (61,8 у мужчин и 74,2 у женщин)»? (Википедия, Ожидаемая продолжительность жизни)
- 4) Какая демографическая характеристика является показателем «экологического благополучия» вида в пространстве ниши?
- 5) Сравните демографические характеристики r- и K-видов (r- и K-стратегов).
- 6) Использование демографических моделей для оценки уровня угрозы вымирания и разработки мер охраны редких и исчезающих видов
- 7) Правило Либиха как теоретическая основа снижения размерности пространства экологической ниши
- 8) Универсальный характер концепции трэйдоффа – ее использование в экологии, экономике, в повседневной деятельности
- 9) Почему «нельзя быть одновременно салатом и кактусом»?
- 10) Теория конкуренции: сравнение классической модели Лотки-Вольтерры с ресурсной теорией конкуренции Тильмана
- 11) Теория жизненных стратегий как область пересечения популяционной экологии и эволюционной теории
- 12) Контраст между популяционной экологией и макроэкологией как двумя исследовательскими программами в экологии

ПРОГРАММА

зачета по спецкурсу «Демография популяций»

Предмет и задачи демографии как основы популяционной экологии. Основная терминология. Методы демографии (общий обзор).

Определение популяции. Показатели обилия популяции: общая численность, плотность популяции, биомасса. Способы оценки популяционного обилия. Некоторые аспекты демографической структуры (возрастная, размерная, половая структура). Популяции в пространстве: случайное, агрегированное, равномерное пространственное размещение. Отношение дисперсии к среднему как мера пространственной агрегированности. Основные демографические характеристики популяции: рождаемость, смертность, скорость иммиграции и эмиграции. Популяции замкнутые и незамкнутые (открытые). Основное уравнение динамики численности (отдельно в замкнутой и открытой популяции). Скорость роста численности как результирующая процессов размножения, гибели и миграции. Способы измерения основных демографических характеристик в природе.

Экспоненциальная и логистическая модели роста численности.

Экспоненциальный рост численности популяции. Уравнение экспоненциального роста в дифференциальной и интегральной форме. Логистическая модель роста численности. Условия прекращения экспоненциального роста и перехода к логистическому росту. Описание экспоненциального и логистического роста в терминах рождаемости и смертности. Примеры экспоненциального и логистического роста в лабораторных экспериментах и в природе. Роль экспоненциальной модели роста численности в экологии (по сравнению с ролью линейных моделей в физике и технике).

Когорта как элементарный объект демографического анализа. Описание динамики возрастной структуры популяции на языке когорт.

Определение когорты. Характеристики когорты: кривые выживания и размножения. Три типа кривых выживания. Повозрастная смертность при трех типах кривых выживания. Примеры кривых выживания в природе. Ожидаемая, или средняя, продолжительность жизни особей в когорте. Средняя продолжительность жизни как площадь под кривой выживания. Парадокс средней продолжительности жизни (ожидаемая продолжительность жизни новорожденных особей может оказаться меньше возраста достижения половой зрелости). Возрастная структура популяции (возрастная пирамида). Возрастная структура быстро и медленно растущей (или убывающей) популяции. Возрастные пирамиды в разных странах (примеры). Смысл утверждения, что средняя (ожидаемая) продолжительность жизни населения в таком-то году составляет столько-то лет. Кривые размножения (варианты распределения повозрастной рождаемости в когорте). Пререпродуктивный, репродуктивный

и пострепродуктивный возраст. Примеры кривых размножения в природе. Формирование возрастной структуры популяции на основе кривых выживания и размножения составляющих эту популяцию когорт (графическая схема).

Жизненные таблицы. Типы жизненных таблиц. Методы построения жизненных таблиц.

Понятие о жизненной таблице (life tables). Жизненные таблицы как удобный способ представления данных по повозрастной рождаемости и смертности особей в когорте и как аппарат для перехода от свойств когорт к описанию динамики численности всей популяции. Демографические характеристики когорты, которые рассчитывают на основе жизненной таблицы: чистая скорость воспроизводства R_0 и среднее время генерации G . Экспоненциальный рост численности популяции как следствие неизменных во времени кривых выживания и размножения составляющих эту популяцию когорт (теорема Лотки). Устойчивая возрастная структура популяции. Приближенный способ расчета удельной скорости роста численности r на базе R_0 и G . Чувствительность r к изменению G и R_0 . Точное уравнение для расчета r при выполнении условий теоремы Лотки (уравнение Эйлера-Лотки). Современные способы описания динамики численности (понятие о матрицах Лесли – population projection matrices).

Демография популяций и концепция экологической ниши.

Экологическая ниша как фундаментальная экологическая концепция. В терминах ниши экологи описывают взаимодействия между организмом (популяцией) и факторами окружающей среды, что является одним из определений экологии, восходящим к Эрнсту Геккелю. Развитие понятия ниши (ниша по Гриннеллу, Элтону и Хатчинсону). Многомерная ниша (по Хатчинсону). Средняя удельная скорость роста численности популяции как показатель «экологического благополучия» вида в пространстве ниши. Понятие о лимитирующих факторах, правило минимума Либиха и закон толерантности Шелфорда, их связь с демографическими характеристиками популяции (скорость роста численности и рождаемость как показатели «отклика» популяции). Многомерность ниши как методическая проблема (трудно работать с многомерными зависимостями). Правило Либиха как теоретическая основа снижения размерности пространства ниши.

Демография популяций и межпопуляционные взаимодействия. Конкуренция.

Классификация межпопуляционных взаимодействий. Конкуренция как один из важнейших типов межпопуляционных отношений. Определение конкуренции (условия, при которых возникает конкуренция). Конкуренция внутривидовая и межвидовая. Развитие теории конкуренции: от классической модели Лотки-Вольтерры к ресурсной теории конкуренции Тильмана (общий обзор). Логистическая модель роста численности как модель внутривидовой конкуренции. Демографическая основа этой модели (поведение скорости роста численности, рождаемости и смертности в зависимости от плотности популяции). Невозможность сосуществования видов в одной экологической нише

(принцип конкурентного исключения Гаузе). Возможность сосуществования видов в модели Лотки-Вольтерры: кажущееся нарушение принципа Гаузе и его объяснение. Механизм конкурентного вытеснения и бесспорное выполнение принципа Гаузе в рамках ресурсной теории конкуренции (случай n видов, конкурирующих за один ресурс). Пороговая концентрация пищи и принцип конкурентного исключения. Эксперименты Тильмана по проверке ресурсной теории конкуренции. Примеры конкурентных отношений в природе.

Демография популяций и взаимодействия хищник-жертва.

Взаимодействия хищник-жертва (или потребитель-корм) как один из важнейших типов межпопуляционных отношений. Модель взаимодействия хищник-жертва Вольтерры-Лотки и более сложные модели взаимодействия между хищниками и жертвами (общий обзор). Характер роста численности, рождаемости и смертности в зависимости от плотности хищников и жертв в модели Вольтерры-Лотки. Ранние попытки создания экспериментальных систем хищник-жертва (опыты Г.Ф. Гаузе). Функциональная и численная реакция хищника на жертву. Три типа функциональной реакции (по Холлингу). Пример функциональной реакции: зависимость рациона от концентрации пищи у рыб (опыты В.С. Ивлева). Возникновение колебаний численности в системе хищник-жертва. Взаимодействия хищник-жертва в природе.

Демография популяций и теория жизненных стратегий.

Жизненная стратегия как система приоритетов в распределении ресурсов на основные функции организма (перечисленные ниже **не** в порядке их значимости): рост, выживание (поддержание жизнедеятельности), то есть обеспечение определенного уровня смертности, и размножение, то есть обеспечение определенного уровня рождаемости. Основные пути распределения энергии внутри организма (энергетический бюджет организма, или «дерево энергетических трат»). Основные понятия теории жизненных стратегий: ограниченность ресурсов (constraint) и вытекающая из нее необходимость их перераспределения (trade-off). Трэйдофф как компромисс между разными жизненными функциями, делящими общий энергетический пул. Примеры межвидовых трэйдоффов: самки одних видов приносят много мелких потомков, тогда как самки других видов – небольшое число относительно крупных потомков; «нельзя быть салатом и кактусом одновременно». Альтернативные жизненные стратегии, используемые организмами для достижения биологического успеха. Дихотомия жизненных стратегий по МакАртуру-Вилсону-Пианке: r и K виды. Трехотомия жизненных стратегий по Раменскому-Грайму-Романовскому: эксплеренты, пациенты, виоленты. Поскольку теория жизненных стратегий является частью эволюционной экологии, она перекидывает мостик от популяционной экологии к явлениям эволюции.

Демография популяций и макроэкология.

Понятие о макроэкологии. Демографические характеристики в контексте глобальных сравнительно-видовых зависимостей. Зависимость средней численности (плотности популяции) от массы тела у млекопитающих (с показателем степени при массе примерно -0.75). Зависимость скорости потребления энергии от массы тела для организмов в диапазоне от одноклеточных до высших позвоночных (с показателем степени при массе $+0.75$). Для растительноядных млекопитающих поток энергии через популяцию (то есть энергия, потребляемая всей популяцией в единицу времени на единицу пространства) не зависит от размера тела (правило энергетической эквивалентности Дж. Дамута). Зависимость максимальной удельной скорости роста численности (максимальной скорости размножения) $r_{\max}$ от массы тела для организмов в диапазоне от одноклеточных до высших позвоночных (с показателем степени при массе -0.25). Зависимость временны́х характеристик жизненного цикла (продолжительности развития до половой зрелости, времени генерации и др.) от массы тела (с показателем степени при массе $+0.25$). Обратная зависимость между $r_{\max}$ и временем генерации в межвидовом масштабе. Зависимость риска вымирания от скорости размножения у млекопитающих.

Прикладные аспекты демографии популяций.

Теория оптимального вылова (основанная на логистической модели роста численности) и возможности ее практического применения для оптимизации и регулирования промысла. Использование популяционной экологии и демографии в деле охраны природы. Анализ жизнеспособности популяций (метод, основанный на матричных популяционных моделях) и использование этого метода для оценки риска вымирания современных видов и определения природоохранного статуса видов в Международной Красной книге. Минимальные жизнеспособные популяции.