

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет биоинженерии и биоинформатики

УТВЕРЖДАЮ

Декан
факультета биоинженерии
и биоинформатики,
академик

_____/В.П. Скулачев /

« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Экология

Уровень высшего образования:

специалитет

Направление подготовки (специальность):

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Ученым советом факультета

(протокол № _____, _____)

Москва 20__

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика» (программы специалитета) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2016, 2017, 2018, 2019.

© Факультет биоинженерии и биоинформатики МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Цель курса - теоретическое освоение основных разделов экологии и умение применить полученные знания для понимания экологических явлений и процессов в окружающем нас мире, с особым вниманием к достижениям современной науки на стыке экологии, генетики и биоинформатики.

Задачи курса:

1. В теоретическом плане студенты должны овладеть понятийным аппаратом и основными положениями из области популяционной экологии, межпопуляционных взаимодействий (конкуренция, хищничество) и макроэкологии (соотношения между экологическими переменными в больших многовидовых системах).

2. В более практическом плане студенты должны овладеть основами экологической грамотности (например, понимать бессмысленность, с позиций экологии как области знания, расхожих выражений типа «хорошая экология» и «плохая экология»).

3. В качестве задачи-минимум студенты должны быть способны принять квалифицированное участие (задать вопрос и высказать критические замечания) в обсуждении сообщения или доклада на экологическую тему.

4. В качестве задачи-максимум студенты должны быть способны прочесть и понять научную статью в международном экологическом журнале.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО- вариативная часть, профессиональный цикл, курс V – семестр 9.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть): освоение таких дисциплин, как: «Зоология позвоночных», «Зоология беспозвоночных», «Ботаника высших растений», «Ботаника низших растений», «Математический анализ», «Теория вероятностей».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Знать:

Теоретические основы и основные положения из области экологии

Уметь:

Принимать участие в обсуждении или сообщении доклада на экологическую тему

Владеть:

Основами экологической грамотности (например, понимать бессмысленность с позиций экологии как науки таких расхожих выражений как «хорошая экология» и «плохая экология»).

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия.

5. Объем дисциплины составляет 2 з.е., в том числе 42 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 30 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

6. Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс «ЭКОЛОГИЯ» посвящен фундаментальным проблемам экологии. Современная экология концептуально делится на две, хотя неравные по объему, но равно важные части – макроэкологию и традиционную экологию. Сравнительно небольшая по объему макроэкология имеет целью поиск общих закономерностей и установление количественных связей между экологическими переменными и в этом смысле подобна физике и другим наукам естественного профиля, которые студенты изучали ранее. Однако, в отличие от физических закономерностей, макроэкологические зависимости выполняются только в масштабе больших пространств, сравнимых по размерам с размерами континентов и больших океанических акваторий. В курсе рассматриваются межвидовые (основанные на характеристиках видов) и межгрупповые (основанные на характеристиках размерных групп) макроэкологические зависимости. К первым относятся, например, зависимость скорости основного обмена от массы тела и зависимость плотности популяции от массы тела и вытекающее из них правило энергетической эквивалентности; ко вторым относится зависимость от массы тела численности размерных групп, охватывающих равные интервалы на логарифмической шкале размеров, и вытекающее

из нее правило эквивалентности биомассы. Рассматриваются и другие макроэкологические зависимости. Традиционная экология устроена по-другому. Её можно определить как науку о взаимодействиях между организмами и средой, определяющих распространение и обилие организмов и структурные и функциональные характеристики надорганизменных систем. В отличие от макроэкологии в традиционной экологии не ставится задача поиска универсальных количественных зависимостей (которых в этой науке, скорее всего, просто не существует). В этой науке ставится задача поиска более или менее универсальных инструментов, с помощью которых можно изучать, в том числе количественно, экологические явления и процессы. В качестве таких инструментов в курсе рассматриваются базовые экологические модели и подходы: экспоненциальная и логистическая модели популяционного роста, жизненные таблицы и демографический анализ, классическая модель конкуренции Лотки-Вольтерры и современная ресурсная теория конкуренции Тильмана и другие. В заключительной части курса студенты знакомятся с решением прикладной экологической задачи – оценкой риска вымирания видов млекопитающих в зависимости от массы тела и скорости накопления слабобредных мутаций. Для расчета последнего показателя используются биоинформатические методы. Тем самым демонстрируется связь между экологией и биоинформатикой, в соответствии с запросами и интересами студентов, обучающихся на факультете биоинженерии и биоинформатики.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Тема 1. ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА. Классическое определение экологии (по Геккелю). Уровни организации жизни и предмет экологии. Основные разделы экологии: аутэкология, популяционная экология, экология сообществ и экосистем, экология биосферы.	4	2	0	2	2

<p>Тема 2. МАКРОЭКОЛОГИЯ. Аллометрические зависимости – межвидовые зависимости от массы тела. Примеры аллометрических зависимостей: скорость основного обмена и плотность популяции у млекопитающих. Равенство потоков энергии через популяции разных видов независимо от их массы (правило энергетической эквивалентности). Межгрупповые (для размерных групп) зависимости численности от массы тела. Равенство биомасс размерных групп, занимающих равные интервалы на логарифмической шкале размеров тела (правило эквивалентности биомассы). Макроэкологические константы. Текущий контроль успеваемости – контрольная работа.</p>	8	6	0	6	2
<p>Тема 3. ТРАДИЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ (вся экология за вычетом макроэкологии). Представления об экологии: «локальная экология» по Рулье, глобальная экология по Гумбольдту, экология по Кребсу, представление об экологии, исходя из иерархии уровней организации жизни (по Одуму). Синтетическое определение: экология – наука о взаимодействиях между организмами и средой, определяющих распространение и обилие организмов и структурные и функциональные характеристики надорганизменных систем.</p>	6	4	0	4	2
<p>Тема 4. ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ. Основное уравнение динамики численности. Экспоненциальная и логистическая модели роста численности. Понятие когорты. Кривые выживания (три типа) и средняя продолжительность жизни особей. Построение кривых</p>	22	16	0	16	6

<p>выживания на примере барана Далла (<i>Ovis dalli</i>). Кривые размножения и жизненные (демографические) таблицы (life tables). Чистая скорость воспроизводства R_0 и среднее время генерации G. Расчет удельной скорости роста численности на базе R_0 и G: $r=(\ln R_0)/G$. Теорема Лотки (экспоненциальный рост численности в популяциях с возрастной структурой). Возрастная структура населения в разных странах. Элементы теории жизненных стратегий, понятие трэйд-офа (trade-off).</p> <p>Текущий контроль успеваемости – контрольная работа.</p>					
<p>Тема 5. ТЕОРИЯ КОНКУРЕНЦИИ. Классическая модель конкуренции Лотки-Вольтерры. Ресурсная теория конкуренции Тильмана. Факторы окружающей среды: условия и ресурсы. Пороговая концентрация ресурса и ее значение для прогноза исхода конкуренции: у кого порог ниже, тот и победитель. Принцип конкурентного исключения Гаузе в модели Лотки-Вольтерры и в ресурсной теории конкуренции Тильмана.</p> <p>Текущий контроль успеваемости – контрольная работа.</p>	12	8	0	8	4
<p>Тема 6. ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ХИЩНИК-ЖЕРТВА. Классическая модель взаимодействия хищник-жертва (или потребитель-корм) Лотки-Вольтерры.</p>	4	2	0	2	2
<p>Тема 7. СОВРЕМЕННОЕ ВЫМИРАНИЕ И КРИЗИС БИОРАЗНООБРАЗИЯ. Красная книга как база данных о современном вымирании. Скорость вымирания видов. Внешние (в современную эпоху в</p>	6	4	0	4	2

основном антропогенные) и внутренние (биологические) факторы вымирания видов. Экологические и генетические свойства видов как факторы вымирания (на примере млекопитающих).					
Промежуточная аттестация – зачет					10 (количество часов, отведенных на промежуточную аттестацию)
Итого	72		42		30

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

В чем отличие традиционной экологии в понимании Геккеля, Рулье и Гумбольдта от макроэкологии.

Экология как наука о взаимодействиях между организмами и средой, с одной стороны, и как наука, изучающая структуру и функционирование надорганизменных систем, с другой. Сравните два этих подхода. Дайте общее определение экологии.

«Экология – наука о **сильных** взаимодействиях, определяющих распространение и обилие организмов и структурные и функциональные характеристики надорганизменных систем.» Как Вы понимаете такое определение экологии?

Почему неверен принцип «все зависит от всего»? Правило Либиха.

Локальная экология по Рулье и глобальная экология по Гумбольдту. Сходство и различие между ними. Связь того и другого с определением экологии по Геккелю.

Факторы окружающей среды: условия и ресурсы.

Логика выявления влияния факторов внешней среды на популяции на примере модели Эдмондсона-Палохеймо для оценки рождаемости планктонных животных.

При каком типе кривых выживания смертность в когорте не зависит от возраста? Каким уравнением описывается эта кривая выживания? Ответ объясните.

Почему при классификации кривых выживания мы откладываем на оси ординат логарифм численности особей в когорте, а при расчете средней продолжительности жизни как площади под кривой выживания мы откладываем на оси ординат нелогарифмированную численность особей в когорте?

Какой смысл имеет средняя (ожидаемая) продолжительность жизни населения данной страны или региона в таком-то календарном году?

Почему при классификации кривых выживания мы откладываем на оси ординат логарифм численности особей в когорте, а при расчете средней продолжительности жизни как площади под кривой выживания мы откладываем на оси ординат нелогарифмированную численность особей в когорте?

Две стратегии размножения как проявление r- и K-жизненных стратегий.

Чистая скорость воспроизводства R_0 .

Среднее время генерации G .

Приближенный способ расчета удельной скорости роста численности $r=(\ln R_0)/G$. Объясните этот расчет.

Определение конкуренции (условия, при которых возникает конкуренция за ресурсы).

Условия вытеснения одного вида другим в модели Лотки-Вольтерры.

Планктонный парадокс Хатчинсона (кажущееся нарушение принципа конкурентного исключения Гаузе).

Роль генетических факторов в вымирании млекопитающих.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Зависимости численности от массы тела для видов и численности от массы тела для размерных групп, сходство и различие между ними.

Правило энергетической эквивалентности и правило эквивалентности биомассы, сходство и различие между ними.

Основное уравнение динамики численности и входящие в него показатели. Популяции незамкнутые и замкнутые. Удельная рождаемость и удельная смертность. Экспоненциальная модель роста численности популяции.

Логистическая модель роста численности популяции. Основные параметры логистического роста: репродуктивный потенциал r_m и емкость среды K .

Понятие когорты. Кривая выживания. Три типа кривых выживания. Организмы, для которых характерны кривые выживания разных типов.

Площадь под кривой выживания как средняя продолжительность жизни особей в когорте.

Элементы теории жизненных стратегий, r- и K-жизненных стратегии, понятие трэйд-офа (trade-off).

Жизненные (демографические) таблицы (life tables). Как они устроены (основные столбцы), для чего они нужны?

Теорема Лотки: при каких условиях численность популяции с возрастной структурой растет в геометрической прогрессии (то есть по экспоненциальной модели), а возрастная структура остается постоянной? Значение модели экспоненциального роста численности в экологии.

Классическая модель конкуренции Лотки-Вольтерры: четыре исхода конкуренции. Возможность сосуществования видов в модели Лотки-Вольтерры (кажущееся нарушение принципа конкурентного исключения Гаузе).

Ресурсная теория конкуренции Тильмана.

Пороговая концентрация ресурса и ее значение для прогноза исхода конкуренции. Объясните утверждение: у кого порог ниже, тот и победитель.

Принцип конкурентного исключения Гаузе в модели Лотки-Вольтерры и в ресурсной теории конкуренции Тильмана.

Внешние (средовые), в современную эпоху в основном антропогенные, и внутренние (биологические) факторы вымирания видов.

Современное вымирание и Красная книга. Уровни угрозы вымирания согласно Красной книге Международного союза охраны природы (МСОП).

Экологические и генетические свойства видов как факторы вымирания.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: теоретические основы и основные положения из области экологии	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения: принимать участие в обсуждении или сообщении доклада на экологическую тему	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности неприципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Владения: основами экологической грамотности (например, понимать бессмысленность с позиций экологии как науки таких расхожих выражений как «хорошая экология» и «плохая экология»)	Навыки владения отсутствуют	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной литературы

А. Основная литература:

1. Гиляров А.М. Популяционная экология. - Москва: Издательство МГУ, 1990.
2. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология: особи, популяции и сообщества. - т. 1, 2, Москва: Мир, 1989.
3. Krebs C. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. 6th edition. - Harlow, Essex, UK: Pearson, 2009.

Б. Дополнительная литература:

4. MacArthur R.H. Geographical ecology: Patterns in the distribution of species. - New York: Harper and Row, 1972.
5. Ивлев В.С. Экспериментальная экология питания рыб. - Киев: Наукова Думка, 1977.
6. Gotelli N.J. A primer of ecology. 4th edition. - Sunderland, Mass.: Sinauer, 2008.
7. Гиляров А.М. Методологические проблемы современной экологии: смена ведущих концепций. - Природа, № 9, 1981.
8. Polishchuk L.V. Conservation priorities for Russian mammals. – Science, т. 297, с. 1123, 2002.

9. Polishchuk L.V. The three-quarter-power scaling of extinction risk in Late Pleistocene mammals, and a new theory of the size selectivity of extinction. - *Evolutionary Ecology Research*, т. 12, № 1, 2010.
10. Полищук Л.В. Шесть фактов из области макроэкологии, или размер имеет значение. - *Троицкий вариант-Наука*, № 19 (88), 2011.
11. 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*, т. 122, № 8, 2013.
12. Polishchuk L.V., Popadin K.Y., Baranova M.A., Kondrashov A.S. A genetic component of extinction risk in mammals. – *Oikos*, т. 124, № 8, 2015.
13. Полищук Л.В. Принцип М.С. Гилярова, или правило эквивалентности биомассы, как один из законов сохранения в экологии. – *Журнал общей биологии*, т. 79, № 3, 2016.
14. Polishchuk L.V., Blanchard J.L. Uniting discoveries of abundance-size distributions from soils and seas. – *Trends in Ecology and Evolution*, т. 34, № 1, 2015.

- Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости)
Нет
 - Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
The IUCN Red List of Threatened Species <https://www.iucnredlist.org/>
Красная Книга Российской Федерации
https://ru.wikipedia.org/wiki/Красная_книга_России, <http://oopt.aari.ru/rbdata/900>
 - Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
Поисковая система Google <https://www.google.ru/>
Google Академия <https://scholar.google.com/>
Поисковая система Yandex <https://yandex.ru/>
Википедия <https://en.wikipedia.org>
Электронная библиотека МГУ <http://www.nbmgu.ru/publicdb/>
 - Описание материально-технического обеспечения
- А. Помещение: лекционная аудитория
Б. Оборудование: Power Point проектор с указкой