

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Географический факультет**

УТВЕРЖДАЮ
Декан географического факультета,
член-корр. РАН Добролюбов С.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БИОГЕОГРАФИИ И ЭКОЛОГИИ**

Уровень высшего образования:
магистратура

Направление подготовки:
05.04.06 «Экология и природопользование»

Направленность (профиль) ОПОП:
«Экологическая биогеография»

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией географического факультета
(протокол № 13, дата 20 декабря 2021 г.)

Москва 2021

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Экология и природопользование» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемым последовательно по схеме интегрированной подготовки).

ОС МГУ утверждены решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова (приказ по МГУ № 1383 от 30 декабря 2020 года).

Год (годы) приема на обучение: 2021

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована без разрешения факультета.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП — относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения;
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на знаниях по курсам: «Информатика», «Биогеография» и «Экология».
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
<p>МПК-5 (<i>формируется частично</i>) Способен реализовывать в профессиональной деятельности методики важнейших прикладных направлений биогеографии и экологии; владеет методами и приемами популяризации биогеографических и экологических знаний во всех сферах образования и просвещения; готов к реализации теоретических знаний и практических навыков в анализе живых систем разного уровня при организации экологического туризма</p>	<p>МПК-5. 1. Применяет методологию, теоретические концепции статистики, пространственной статистики и пространственного анализа в научной и практической деятельности</p>	<p>Знать: основные понятия математической и пространственной статистики; основные программные и технические средства для сбора, обработки и визуализации полевых, фондовых и литературных данных в профильной области исследований; специфику различных классов программных инструментов при решении практических задач биогеографии и экологии; технические требования к использованию программных и технических средств, применяемых при решении практических задач биогеографии и экологии;</p> <p>Уметь: выбирать методы оценки и визуализации статистических закономерностей в данных; оценивать степень сложности прикладной задачи в предметной области и выбирать наиболее эффективный программный или технический инструментарий для ее решения; оценивать собственные возможности и время необходимое для освоения новых программных продуктов или информационных технологий, применяемых при решении практических задач биогеографии и экологии</p> <p>Владеть: навыками подготовки картографических материалов для работы в экспедициях; навыками использования основных программных средств для выполнения аналитической обработки данных с помощью современных методов статистики и пространственного анализа; навыками обработки и визуализации информации в предметной области с помощью распространённых программных пакетов, ГИС и СУБД.</p>

4. Объем дисциплины (модуля) 3 з.е., в том числе 54 академических часа на контактную работу с преподавателем, 54 академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.).

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических 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) <i>Виды контактной работы, часы*</i>				Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Практические занятия	Всего	Работа с литературой (включая подготовку доклада)	Выполнение практической работы	Всего
Тема 1. Введение. Основные области применения компьютерных методов в работе биогеографа и эколога.	12	2	2	2	6	2	4	6
Тема 2. Основные положения математической и статистической обработки данных.	16	4	4		8	4	4	8
Тема 3. Корреляционный и регрессионный анализ. Основные приемы и программные средства для вычисления	14	2	4	2	8	2	4	6
Тема 4. Статистически ориентированная программная среда R. Основные принципы работы.	16	2	2	4	8	4	4	8
Тема 5. Пространственная статистика. Основные понятия и программные инструменты в популярных ГИС-пакетах.	16	2	2	4	8	2	6	8

Тема 6. Кластерный анализ и программные средства для его проведения	14	2	2	4	8	2	4	6
Тема 7. Методы моделирования ареалов. Подготовка данных и работа с программой MaxEnt	16	4	2	2	8	2	6	8
Промежуточная аттестация: зачет	4	<i>Устный зачет</i>				4		
Итого	108	54				54		

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Тема 1. Введение. Основные области применения компьютерных методов в работе биогеографа и эколога

Обзор практических задач в биогеографических и экологических научных исследованиях, и проектах. Основные классы программных продуктов, используемых в биогеографии и экологии: ПО для статистического анализа, ГИС, специализированное ПО. Введение в системы глобального геопозиционирования. Некоторые информационные ресурсы, полезные для биогеографа и эколога. Геоинформационные системы: лицензионное и свободное ПО. Основные принципы и способы визуализации данных в ГИС.

Тема 2. Основные положения математической и статистической обработки данных.

Основные понятия математической статистики. Меры центральной тенденции и дисперсии данных. Среднее, мода, медиана. Стандартное отклонение, дисперсия. Визуальное представление размаха для набора данных. Распределения. Основные виды распределений и их применение. Детерминистический и стохастических методы вычислений. Понятие итераций. ПО для стохастического вычисления, примеры работы в нём. Оценка гипотез и критерий статистической значимости.

Тема 3. Понятия корреляции и регрессии и основные программные средства для их вычисления.

Понятие корреляции. Коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена. Основные приемы оценки корреляции в MS Excel. Определение статистической значимости коэффициента корреляции. Критерий Стьюдента и способы его вычисления. Понятие регрессии. Уравнение линейной регрессии. Тренды и их статистическая значимость. Основные модели обобщенной линейной регрессии и их применимость. Мультиколлинеарность переменных и способы ее устранения.

Тема 4. Статистически ориентированная программная среда R. Основные принципы работы.

Программные средства для статистической обработки данных. Программная среда R и основные принципы работы в ней. Понятие о пакетах анализа. Основные форматы представления числовых и нечисловых данных. Импорт данных в R. Составление регрессионных моделей: гауссова, пуассоновская и логистическая модели. Обсчет моделей и вывод данных. Интерпретация статистических метрик регрессии. Основные статистические критерии: R-квадрат, критерий Акаике, критерий Хосмера-Лемешоу, тест Шапиро-Уилка и др.

Тема 5. Пространственная статистика. Основные понятия и программные инструменты в популярных ГИС-пакетах.

Понятие пространственной статистики и аналогия с математической статистикой. Описательная и аналитическая статистика. Основные меры центральной тенденции и рассеяния данных: средний центр, стандартное расстояние, эллипс направленного распределения. Понятие автокорреляции. Понятие кластерного анализа: горячие и холодные точки, основные приемы их выявления. Возможности ГИС и

специализированного ПО для выявления кластеров. Гео статистика и ее основные методы: обратно взвешенное расстояние, сплайн, кригинг. Примеры применения.

Тема 6. Понятие кластерного анализа. Программные средства для выявления кластеров.

Понятие пространственных и пространственно-временных кластеров. Статистические основы выявления кластеров в данных. ПО для выявления кластеров: ArcGIS, SatScan, ClusterSeer. Пространственные и пространственно-временные модели: нормальная модель, модель Бернулли, модель Пуассона, пространственно-временные перестановки. Понятие пространственно-временного куба. Создание пространственно-временного куба в ArcGIS и основные методы его статистической обработки и визуализации. Анализ и кластеризация временных серий.

Тема 7. Методы моделирования ареалов. Подготовка данных и работа с программой MaxEnt.

Понятие ареала как экологической ниши. Эволюция понятия. Основные принципы моделирования экологических ниш. Применимость принципа для моделирования нозоареалов заболеваний. Методики выявления экологических ниш: регрессионные методы, GARP, Maxent и др. Принцип максимальной энтропии. Требования к подготовке данных для работы в Maxent. Использование ГИС-инструментов для предварительной обработки данных. Приложение SDM Toolbox для ArcGIS. Интерпретация выходных метрик Maxent: AUC, оценка относительного вклада переменных, кривые отклика. Экспорт и визуализация данных в ГИС. Использование прогностических показателей климата.

План проведения семинаров

1. Обсуждение программных пакетов, используемых в научных исследованиях
2. Обсуждение основные ГИС пакетов
3. Обсуждение возможностей MS по статистической обработке данных, и их ограничений
4. Примеры лицензионного ПО для стохастических вычислений (ModelRisk, @Risk), принципы работы и сфера применения
5. Доклады студентов (с презентацией) по темам: визуализация набора числовых данных; основные виды распределений и их применимость; эволюция понятия экологических ниш и современное ПО для их моделирования; и др.
6. Обсуждение применимости регрессионных моделей для выявления закономерностей в областях исследования студентов.
7. Обсуждение основных методов выявления пространственных и пространственно-временных кластеров и ПО для соответствующего анализа.

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

Примерный перечень тем для самостоятельной работы студентов

1. Составить перечень картографических материалов (векторных слоев, космических снимков и топокарт), необходимых для выполнения собственного проекта.

2. Провести поиск картографических материалов интересующего географического района в сети Интернет. Загрузить, найденный материалы на компьютер для последующей обработки.
3. Создать карту-основу для собственного проекта, импортировать в используемую ГИС данные для создания тематического слоя.
4. Создать статистический отчет-описание набора числовых данных.
5. Определить применимость метода корреляции для предложенного набора данных. Вычислить коэффициент корреляции и его значимость.
6. Импортировать данные в R и составить регрессионную модель. Вывести и интерпретировать ее результаты.
7. Выявить «горячие точки» в распределении заболеваемости по модельному региону с помощью методов пространственной статистики ArcGIS.
8. Выявить пространственные кластеры в предложенном наборе данных. Визуализировать кластеры на карте.
9. Произвести моделирование нозоареала заболевания с помощью ПО Maxent с использованием предоставленных данных

Примерный перечень вопросов для зачета

1. Основные классы программных продуктов, используемых в биогеографии и экологии.
2. Интернет-ресурсы для поиска картографических материалов разного масштаба.
3. Основные системы глобального геопозиционирования.
4. Приемы статистической обработки данных в MS Excel и их ограничения.
5. Основные приемы оценки корреляции и ее статистической значимости.
6. Основные виды регрессионных моделей. Их применимость в зависимости от типа данных.
7. Программная среда R. Основные принципы импорта данных.
8. Интерпретация статистических метрик регрессионной модели.
9. Понятие пространственной статистики. Аналогии между математической и пространственной статистикой.
10. Геостатистика. Основные методы пространственной интерполяции
11. Понятие автокорреляции и его применение в пространственном моделировании.
12. Основные приемы работы с пространственными данными в ГИС: соединение, отношение, экспорт данных.
13. Основные приемы визуализации векторных и растровых данных в ГИС.
14. Понятие кластерного анализа. Пространственные и пространственно-временные кластеры.
15. ПО для поиска кластеров данных. Основные приемы работы.
16. Понятие экологической ниши.
17. Применимость методов моделирования экологических ниш для моделирования ареалов и нозоареалов.
18. Основные интернет-ресурсы для поиска экологических данных.
19. Алгоритм создания простых карт и картосхем при помощи ArcGIS и QGIS.
20. Компьютерные форматы хранения больших числовых и нечисловых данных.
21. Выбор компьютерного инструментария для реализации относительно сложного проекта.

Шкала и критерии оценивания

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – *зачет* (в устной форме)

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания (<i>виды оценочных средств: устный опрос, реферат</i>)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (<i>виды оценочных средств: устный опрос, реферат</i>)	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) (<i>виды оценочных средств: устный опрос, реферат</i>)	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

8. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Куролап С.А., Нестеров Ю.А., Фетисов Ю.М. и др. Практикум по информационным технологиям / под ред. В.С. Тикунова и С.А. Куролапа. – Воронеж: Воронежский гос. университет, 2008, 266 с.
2. Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С. и др. Геоинформатика: Учебник для студентов ВУЗов / под ред. В.С. Тикунова. – М.: Изд. Центр «Академия», 2005, 480 с.
3. Основы геоинформатики (в 2-х кн.) / колл. авторов под ред. В.С. Тикунова. – М.: Издательский Центр «Академия», 2004, 832 с.

Дополнительная литература:

1. Берлянт А.М. Геоинформационное картографирование. М., 1997, 64 с.
2. Берлянт А.М., Ушакова Л.А. Картографические анимации. – М.: Научный мир, 2000, 108 с.
3. Боровиков В.П. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. – СПб.: Питер, 2001. 656 с.
4. Бышов Н.В., Бышов Д.Н., Бачурин А.Н., Олейник Д.О., Якунин Ю.В. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013 – 169 с.
5. Востокова А.В., Кошель С.М., Ушакова Л.А. Оформление карт. Компьютерный дизайн: Учебник / под ред. А.В. Востоковой. – М.: Аспект Пресс, 2000, 288 с.

6. Гиляров, А.М. Популяционная экология: учеб. пособие / А.М. Гиляров. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 191 с.
7. Кольцов А.С. Геоинформационные системы: учеб. пособие / А.С. Кольцов, Е.Д. Федорков. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2006. 203 с.
8. Коновалова Н.В., Капралов Е.Г. Введение в ГИС. - Учебное пособие. - Петрозаводск: Изд-во Петрозаводского Университета, 1995, 148 с.
9. Лурье И.К., Косиков А.Г., Ушакова Л.А. и др. Компьютерный практикум по цифровой обработке изображений и созданию ГИС / Дистанционное зондирование и ГИС. – М.: Научный мир, 2004, 148 с.
10. Огуреева Г.Н., Котова Т.В., Емельянова Л.Г. Экологическое картографирование. Биогеографические подходы: Учебное пособие. – М.: Географический факультет МГУ, 2010, 160 с.
11. Периодические издания: «Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации»; журнал «ГИС-обозрение» и др.
12. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Статистический анализ данных на компьютере / под ред. В.Э. Фигурнова. – М.: ИНФРА-М, 1998, 528 с.
13. Phillips, S.J. Maximum entropy modeling of species geographic distributions / S.J. Phillips, R.P. Anderson, R. E. Schapire // Ecological Modelling. – 2006. – Vol.190. – P. 231-259.
14. Johnson I. Understanding MapInfo: A Structured Guide. - Archaeology (P&H), University of Sydney, 1996, 290 pp.

- перечень лицензионного программного обеспечения
 - ПО для создания электронных таблиц MS Excel
 - ПО для правки электронных текстов MS Word
 - ПО для создания электронных презентаций MS PowerPoint
 - ГИС ArcGIS

- нелицензионное ПО
 - ГИС QGIS
 - ПО для кластерного анализа SatScan
 - ПО для моделирования экологических ниш MaxEnt
 - Статистически ориентированная программная среда R
 - ПО для пространственно-временного анализа ClusterSeer (демо-версия)
 - ПО для стохастических вычислений ModelRisk (демо-версия)

2. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com

- онлайн учебные ресурсы Esri ArcGIS: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/get-started/introduction/arcgis-tutorials.htm>

3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)

- поисковая система научной информации www.scopus.com
- электронная база научных публикаций www.webofscience.com
- электронный портал климатических данных www.worldclim.org
- портал Esri ArcGIS в России www.esri-cis.ru
- портал BioDat www.biodat.ru

Описание материально-технической базы

Специализированный кабинет (компьютерный класс), оснащенный компьютерами, объединенными в локальную сеть, с выходом в Интернет; оборудование для демонстраций (цифровой проектор с экраном или телевизор)

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): ответственный за курс — Алексей Владимирович Бобров, профессор, д. б. н.; преподаватель: Фёдор Игоревич Коренной, с. н. с., к. г. н.

11. Разработчик программы: Фёдор Игоревич Коренной, с. н. с., к. г. н., кафедра биогеографии.