

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

УТВЕРЖДАЮ  
Декан географического факультета,  
академик РАН Добролюбов С.А.

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ  
СРЕДСТВАМИ ЯЗЫКА PYTHON**

**Уровень высшего образования:**  
*бакалавриат*

---

**Направление подготовки:**  
**05.03.03 «Картография и геоинформатика»**

---

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
**общий**

---

**Форма обучения:**  
**очная**

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
*Учебно-методической комиссией географического факультета*  
(протокол № 18, от 22.11.2022)

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 «Картография и геоинформатика», (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемым последовательно по схеме интегрированной подготовки).  
ОС МГУ утвержден 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 Основам геоинформатики, Основам цифровой картографии, Основам дистанционного зондирования Земли, Основам теории баз данных, Высшей математике, Информатике.
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><b>ПК-8</b> (<i>формируется частично</i>)            Владеет программным обеспечением в области картографии, геоинформатики; способен комплексировать возможности нескольких программ в рамках сложных технологических цепочек, разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения</p>	<p>ПК-8.1 Способен комплексировать возможности нескольких программ в рамках сложных технологических цепочек, применяет алгоритмы и программы, разработанные на языке программирования Python, для решения научных и практических задач картографии и геоинформатики</p>	<p><b>Знать:</b> принципы и подходы к обработке пространственных данных, а также возможности языка программирования Python и дополнительных библиотек для решения задач в картографии и геоинформатике;  <b>Уметь:</b> разрабатывать алгоритм автоматизации обработки данных; выбирать оптимальные средства для реализации алгоритма программными средствами;  <b>Владеть:</b> программными средствами для написания и тестирования скриптов; приемами написания программ и модулей, их внедрения в ГИС-пакеты.</p>

4. Объем дисциплины (модуля) 2 з.е., в том числе 54 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 18 академических часов 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	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Всего	Работа с литературой (включая документацию)	Программирование	Всего
Введение. Автоматизация в картографии.	4	2	2	-	-	4	-	-	-
Введение в язык программирования Python	8	2	6	-	-	8	-	-	-
<i>Текущая аттестация № 1</i>	3	<i>Письменная контрольная работа</i>				2	1	-	1
Работа с пространственными данными средствами языка Python. Библиотека агсру.	7	2	2	-	-	4	1	2	3
Обработка векторных данных	15	4	8	-	-	12	2	1	3
Анализ и картографирование статистической информации	11	2	6	-	-	8	1	2	3
Работа с растровыми данными: данные ДЗЗ, ЦМР и т.д.	18	6	8	-	-	14	2	2	4
<i>Текущая аттестация №2</i>	3	<i>Тестирование</i>				2	1	-	1
<i>Промежуточная аттестация</i>	3	<i>Устный зачет</i>					3		
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>54</b>					<b>18</b>		

## Содержание лекций

### **Введение. Автоматизация в картографии.**

Общие вопросы автоматизации решения типовых задач в работе картографа. Примеры географических и картографических задач, которые требуют автоматизированной обработки пространственных данных. Возможности и программные средства автоматизации в картографии. Языки программирования в ГИС-пакетах. История языка программирования Python.

### **Введение в язык программирования Python**

Базовые понятия языка программирования Python. Типы данных: целые числа, числа с плавающей точкой, логические, текстовые. Структуры данных: списки, словари, кортежи, массивы. Способы создания переменных и присваивание им значений. Типичные случаи использования разных типов и структур данных в цифровой картографии и геоинформатике.

Управляющие конструкции: условный оператор и циклы: назначение и синтаксис. Использование циклов для обработки списков значений атрибутов. Использование условий при проверке соответствия значений переменных определенным критериям.

Встроенные библиотеки Python. Обзор встроенных библиотек. Использование функций и методов стандартных библиотек для организации файловой структуры ГИС-проекта. Обработка блока текстовой информации на примере синтаксического разбора метаданных космического снимка.

### **Работа с пространственными данными средствами языка Python.**

Библиотека arcpy. Использование инструментов ArcToolbox в скриптах Python. Использование специальных списков ArcGIS для обработки различных объектов. Создание пользовательских наборов инструментов и импорт скриптов в базу геоданных. Настройка интерфейса и параметров геообработки.

**Обработка векторных данных.** Создание точечных, линейных и полигональных векторных объектов, создание атрибутивных таблиц, внесение атрибутивной информации, экспорт объектов в шейп-файл ArcGIS. Работа с системами координат и проекциями векторных файлов

**Анализ и картографирование статистической информации.** Библиотеки pandas и matplotlib. Обработка статических данных: сортировка, группировка, создание наборов данных, вычисление статистических показателей. Визуализация статистической информации на графиках и диаграммах. Визуализация пространственных данных средствами Python, создание элементарных тематических карт без применения ГИС-пакетов.

**Работа с растровыми данными: данные ДЗЗ, ЦМР и т.д.** Знакомство с структурой open-source библиотеки GDAL. Чтение метаданных. Привязка растровых изображений, экспорт тематической информации в массив. Создание растров с пространственной привязкой. Обработка многомерных массивов метеорологической и океанографической информации средствами Python. Обработка метаданных файлов формата netCDF. Извлечение массивов тематических данных и координат объектов. Запись данных в формат netCDF. Примеры массивов численных значений в географии и картографии. Понятие массива numpy, запись и извлечение данных. Обработка элементов массива, индексация элементов массива и создание срезов. Работа с несколькими массивами, вычисление производных значений. Пример обработки многоканального изображения средствами numpy и GDAL. Расчет климатических показателей на основе файлов netCDF.

## Содержание семинаров

### *План проведения семинаров*

Студенту предлагается выполнить серию заданий для закрепления теоретического материала и получения практических навыков написания скриптов.

1. Теоретико-методическая часть — объяснение теоретических вопросов, связанных с тематикой данной работы. Дополнение лекционного материала необходимыми частными сведениями, а также перечнем полезных интернет-ресурсов. Разъяснение технических моментов выполнения данного задания, в том числе необходимых сведений по работе в конкретном программном обеспечении
2. Постановка задачи — выдача исходных данных, описание требуемых результатов и особенностей выполнения задания
3. Выполнение работы — в соответствии с поставленной задачей и вариантом студент выполняет работу, консультируясь с преподавателем по тем аспектам, которые вызывают затруднение.
4. Приемка работы — преподаватель проверяет работу на соответствие поставленной задаче, корректность полученных результатов.

### **7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине:**

*Текущая аттестация №1. Письменная контрольная работа*

#### ***Примерный перечень вопросов для устного опроса***

1. Напишите фрагмент кода, который показывает синтаксис создания условного оператора.
2. Напишите примеры географических данных, которые можно охарактеризовать как массивы.
3. Объясните, что такое регулярные выражения и приведите примеры?
4. В каких целях применяется Anaconda?
5. Какое программного обеспечение, которое используется для написания скриптов Python? Приведите несколько примеров.
6. Какие возможности есть у языка программирования Python для работы с файловой структурой ГИС-проекта?
7. Приведите 3 варианта импорта библиотек Python.

*Текущая аттестация №2. Тестирование*

#### ***Примерный вариант теста по теоретическому материалу***

1. Перечислите основные встроенные типы данных Python.
2. Приведите название библиотеки, которая предназначена для работы с растровыми геоизображениями.
3. Какая библиотека Python предоставляет интерфейс к инструментам геообработки ArcGIS?

4. Приведите название библиотеки для работы с массивами.
5. Какие структуры данных используются в библиотеке pandas?
6. С какого индекса начинается счет элементов в списке?
7. Назовите наиболее распространенную библиотеку для построения диаграмм
8. Какой тип данных будет иметь результат деления целого числа на дробное с плавающей точкой?
9. Напишите операторы, задающие создание циклов на языке Python.
10. Какие три оператора необходимо использовать при проверке условия более чем из двух вариантов?
11. Перечислите параметры, задающие пространственную привязку geotiff.
12. Приведите основное назначение модуля ge.
13. Какие версии языка программирования Python поддерживаются в настоящее время?
14. Какая библиотека предназначена для обработки гидрометеорологических данных в формате netCDF?
15. Какой функцией можно вывести значение переменной?
16. Для чего нужны срезы при работе со списками и массивами?

#### *Примерный перечень вопросов для зачета*

1. Назначение и возможности интегрированной среды разработки
2. Основные типы и структуры данных в Python. Краткая характеристика
3. Операции с численными переменными
4. Понятие списка и работа со списками (создание, срез, добавление элементов и т.д.)
5. Использование циклов для обработки информации
6. Создание условных операторов.
7. Работа с файлами и директориями средствами Python.
8. Работа с текстовыми данными с помощью модуля ge.
9. Создание и редактирование текстовых файлов средствами Python.
10. Возможности работы с векторными данными в свободно распространяемых библиотеках на примере OGR.
11. Использование скриптов Python в ArcGIS.
12. Оформление скриптов Python в виде инструментов ArcToolbox.
13. Доступ к пространственным и атрибутивным данным с помощью курсоров ArcGIS.
14. Автоматизация работы в ArcGIS с помощью Python.
15. Последовательность создания растра, содержащего тематические значения в GDAL.
16. Привязка, трансформирование и передискретизация растра в GDAL.
17. Создание шейп-файлов в ogf и наполнение их пространственной и тематической информацией.
18. Визуализация статистической информации с помощью matplotlib

19. Работа с табличными данными средствами pandas.
20. Создание массивов numpy.
21. Индексация массивов numpy, срезы, операции с массивами.
22. Визуализация географических данных с помощью basemap.
23. Экспорт результатов работы с географическими данными в \*.csv, JSON, GeoJSON.
24. Конвертирование географической информации в массивы numpy.
25. Работа с библиотекой netcdf4.

### Шкала и критерии оценивания

#### Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – зачёт в устной форме

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: устный опрос, тесты)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: контрольные практические задания)	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)
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (виды оценочных средств: контрольные практические задания)	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:

##### а) Основная литература

Доусон М. Програмируем на Python, СПб.: Питер, 2014. — 416 с.: ил. — 3-е изд.

Каргашин П.Е., Карпачевский А.М. Учебное пособие по курсу Автоматизированная обработка пространственных данных. — Издательство КДУ Москва, 2022. — 103 с. ()

Geoprocessing with Python Chris Garrard, May 2016, Manning, 360 p.

Learning Python, Fifth Edition by Mark Lutz, Published by O'Reilly Media, Inc., 1005

**б) Дополнительная литература:**

Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов. Под ред. А.М.Берлянта, А.В.Кошкарёва. М.: ГИС-Ассоциация, 1999. – 204 с.

Лурье И.К., Косиков А.Г. Теория и практика цифровой обработки изображений. Учебное пособие. - М.: Научный мир, 2003.

Салищев К.А. Проектирование и составление карт: Общая часть. Теория и процессы лабораторного изготовления карт: учебник для вузов / К. А. Салищев. - Москва: Изд-во МГУ, 1987. 240 с.

Халугин Е.И., Жалковский Е.А., Жданов Н.Д. Цифровые карты. М.: Недра, 1992. 416 с.

- Перечень лицензионного программного обеспечения

Менеджер пакетов и библиотек Python (например, Anaconda)

Программа для написания скриптов или интегрированная среда разработки (например, Jupiter Notebook, PyCharm),

ArcGIS, версия не ниже 10.2

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

реферативная база данных издательства Elsevier: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

база данных векторных объектов проекта Open Street Map – <https://www.openstreetmap.org/> (свободный доступ)

база данных векторных карт проекта Natural Earth - <https://www.naturalearthdata.com/> (свободный доступ)

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

веб-страница курса GIS Programming and Software Development Penn State University (GEOG 485) <https://www.education.psu.edu/geog485/node/91>

GIS-Lab <http://gis-lab.info>

Python GDAL/OGR Cookbook <https://pcjericks.github.io/py-gdalogr-cookbook/>

GDAL documentation <https://gdal.org/>

Python 3 documentation <https://docs.python.org/3/>

Resources for ArcMap <http://desktop.arcgis.com>

Python/Учебник Python 3.1 [https://ru.wikibooks.org/wiki/Python/Учебник\\_Python\\_3.1](https://ru.wikibooks.org/wiki/Python/Учебник_Python_3.1)

- Описание материально-технической базы

Учебная аудитория с мультимедийным проектором, компьютерный класс

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — доцент Каргашин Павел Евгеньевич, к.г.н., преподаватель: Каргашин Павел Евгеньевич, к.г.н.

11. Разработчики программы: Каргашин Павел Евгеньевич, доцент, к.г.н.