

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(Н И У « Б е л Г У »)

УТВЕРЖДАЮ

Директор института инженерных и
цифровых технологии



К.А. Польщиков

18.05.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Интеллектуальные технологии и анализ спутниковых данных

наименование дисциплины

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки

Направление подготовки 09.04.03 Прикладная информатика

Профиль подготовки Искусственный интеллект и наука о данных

Автор: Доцент кафедры Математики, физики и информационных технологий ФГБОУ ВО «МАГУ» Золотов Олег Владимирович

должность, ученая степень, ученое звание, инициалы и фамилия

Программа одобрена Кафедрой прикладной информатики информационных технологий

Протокол заседания кафедры от 06.04.2022 № 8

дата

Программа согласована Кафедрой прикладной информатики и информационных технологий

Протокол заседания кафедры от 06.04.2022 № 8

дата

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Сформировать у слушателей общее представление о проблемах и современном состоянии исследований в области анализа спутниковых данных и интеллектуальных технологий, типами решаемых задач, источниками данных и их особенностями, инструментальными средствами с открытым исходным кодом, реализованными на языке программирования Python3.

Поставленные цели достигаются путем решения следующих задач курса: ознакомление с понятием дистанционного зондирования Земли из космоса, методами осуществления зондирования и обработки данных спутниковых наблюдений; ознакомление с источниками открытых данных и условиями их использования; освоение инструментальных средств (библиотек) на языке Python3; ознакомление с современными тенденциями в задачах анализа спутниковых данных, в том числе технологиями искусственного интеллекта и BigData.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Знание основ информатики, высшей математики, программирования на Python 3, английского языка в пределах бакалаврской подготовки.

Дисциплина “Интеллектуальные технологии и анализ спутниковых данных” является дополнительным курсом в подготовке профессионального магистра по направлению информатика и вычислительная техника и предназначена для расширения кругозора и возможностей адаптации на быстро меняющемся рынке труда в сфере информационных технологий.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Дисциплина участвует в формировании компетенций обучающихся по образовательной программе, установленных учебным планом для данной дисциплины. Для оценки достижения компетенций применяются следующие индикаторы.

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции	Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции
ПКП-1-ИИР-ОПК-1 Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	умеет: разрабатывать оригинальные программные средства на основе моделей машинного обучения реализующих решение профессиональных задач знает: принципы разработки оригинальных программных средств с использованием моделей машинного обучения	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Разрабатывает оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта

ПКП-6-ИИР-ПК-3. Способен разрабатывать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения задач	умеет: ставить задачи и разрабатывать новые методы и алгоритмы машинного обучения знает: классы методов и алгоритмов машинного обучения	ПКП-6-ИИР-ПК-3.1. Ставит задачи по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области
ПКП-7-ИИР-ПК-4. Способен руководить проектами по созданию комплексных систем искусственного интеллекта	умеет: проводить сравнительный анализ и осуществлять выбор инструментальных средств для решения задач машинного обучения знает: возможности современных инструментальных средств и систем программирования для решения задач машинного обучения	ПКП-7-ИИР-ПК-4.1. Руководит разработкой архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта
ПКП-9-ИИР-ПК-6. Способен руководить проектами по созданию комплексных систем на основе аналитики больших данных в различных отраслях	умеет: решать задачи по руководству коллективной проектной деятельностью для создания, поддержки и использования комплексных систем на основе аналитик больших данных знает: специфику сфер и отраслей, для которых реализуется проект по аналитике больших данных	ПКП-9-ИИР-ПК-6.1. Осуществляет руководство проектом по построению комплексных систем на основе аналитики больших данных в различных отраслях

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Интерактивная форма учебных занятий (20 часов в течение семестра) заключается в обсуждении в аудитории самостоятельно изученной темы и научной дискуссии по ней.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся			
	Контактная работа обучающихся с преподавателем	Самостоятельная работа	

Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллективные работы	текстовый контроль	проемужуточная аттестация	итоговая аттестация	подруководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текстовый контроль (сам. раб.)	промежуточная аттестация (сам. раб.)	итоговая аттестация (сам. раб.)	Объем активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоемкость
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
Форма обучения: очная																		
Семестр 3	12		2	24					4				137		37		24	6
	1–15		1–15	1–15					1-15				1-1		1–1			
ИТОГО	12		2	24					4				137		37		24	6

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации						
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)	
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ						
Форма обучения: очная						
Семестр 3			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Введение в интеллектуальные технологии и анализ спутниковых данных. Цели и задачи дисциплины. Основные понятия. Современные метеорологические спутниковые системы.	Лекции	3
		Практическая работа	6
		Самостоятельная работа	35
2	Источники спутниковых данных: обзор возможностей. Открытые источники спутниковых данных.	Лекции	3
		Практические занятия	8
		Самостоятельная работа	40
3	Инструментальные средства (библиотеки) Python, применяемые в задачах преобразования, обработки и анализа спутниковых данных. Обзор основных возможностей NumPy, xarray, Pandas, matplotlib, GeoPandas, intake, rasterio, earthpy, rasterstats, geocube, sentinelsat, PyTROLL.	Лекции	3
		Практические занятия	10
		Самостоятельная работа	30

6	Современные тенденции в задачах анализа спутниковых данных. Технологии искусственного интеллекта и BigData. Сравнение подходов в рамках технологии BigData с возможностями реляционных СУБД.	Лекции	3
		Самостоятельная работа	37
7	Экзамен	Консультация	2
		Промежуточная аттестация (зачёт)	4
		Промежуточная аттестация (экзамен)	37

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы.

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся в рамках данной дисциплины является полезным дополнением к посещению лекций.

Настоящей программой предусмотрены формы самостоятельной работы с использованием методических материалов по тематике курса и источников, указанных в обязательной, дополнительной литературе и интернет-источниках, указанных в данной программе.

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Аппарат контроля за усвоением материала включает в себя устный экзамен по итогам курса либо прохождение онлайн-курса СПбГУ “Интеллектуальные технологии и анализ спутниковых данных”, подтвержденное сертификатом.

При прохождении обучающимся онлайн-курса, оценка выставляется в соответствие с результатами решения задач на онлайн-платформе по следующей схеме:

Освоение онлайн-курса	Оценка ECTS	Аттестация СПбГУ
96-100%	A	Отлично
91-95%	B	Хорошо
86-90%	C	
81-85%	D	Удовлетв.
75-80%	E	
75% и ниже	F	Неудовлетв.

В ходе устного экзамена обучающийся случайным образом выбирает билет, содержащий два вопроса – теоретический материал и задачу. Время на подготовку – 30 минут. При подготовке разрешается пользоваться литературой.

При устной аттестации применяются следующие критерии оценивания по пятибалльной шкале.

При ответе теоретической части билета преподаватель задает дополнительные вопросы, цель которых – проверка понимания обучающимся базовой части курса – математической модели квантовых вычислений.

Для получения оценки «отлично» обучающийся должен ответить теоретическую часть билета, ответить на дополнительные вопросы экзаменатора и решить задачу из своего билета.

Для получения оценки «хорошо» обучающийся должен изложить теоретическую часть билета и ответить на дополнительные вопросы экзаменатора. Допускается неправильное решение задачи из билета.

Для получения оценки «удовлетворительно» обучающийся должен изложить теоретическую часть билета и продемонстрировать понимание математической модели квантовых вычислений в ответах на дополнительные вопросы преподавателя. Допускаются неправильные ответы на сложные дополнительные вопросы и неправильное решение задачи.

Для получения оценки «неудовлетворительно» обучающийся должен продемонстрировать отсутствие базовых знаний о математической модели квантовых вычислений в своих ответах на вопросы экзаменатора.

При устной аттестации применяются следующие критерии оценивания по шкале ECTS.

Оценка «А» ставится в тех же случаях, что и оценка «отлично».

Оценка «В» ставится, если выполнены требования для оценки «хорошо» и при этом в ответе допущено не более двух неточностей.

Оценка «С» ставится, если выполнены требования для оценки «хорошо» и при этом в ответе допущено более двух неточностей.

Оценка «D» ставится, если выполнены требования для оценки «удовлетворительно» и при этом в ответе допущено не более одной грубой ошибки.

Оценка «Е» ставится, если выполнены требования для оценки «удовлетворительно» и при этом в ответе допущено более одной грубой ошибки.

Оценка «F» ставится в тех же случаях, что и оценка «неудовлетворительно».

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Достижение компетенций оценивается при помощи следующих контрольно-измерительных материалов.

№	Код индикатора и индикатор достижения компетенции	Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.)
	1	2
1	ПКП-1-ИИР-ОПК-1.2. Разрабатывает оригинальные программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта	Контрольно-измерительные материалы устного экзамена
2	ПКП-6-ИИР-ПК-3.1. Ставит задачи по разработке или совершенствованию методов и алгоритмов для решения комплекса задач предметной области	Контрольно-измерительные материалы устного экзамена

3	ПКП-7-ИИР-ПК-4.1. Руководит разработкой архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта	Контрольно-измерительные материалы устного экзамена
4	ПКП-9-ИИР-ПК-6.1. Осуществляет руководство проектом по построению комплексных систем на основе аналитики больших данных в различных отраслях	Контрольно-измерительные материалы устного экзамена

3.1.4.1 Формируемые дисциплиной компетенции

- ПКП-1-ИИР-ОПК-1 Способен разрабатывать алгоритмы и программные средства для решения задач в области создания и применения искусственного интеллекта
 - ПКП-6-ИИР-ПК-3. Способен разрабатывать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения задач
 - ПКП-7-ИИР-ПК-4. Способен руководить проектами по созданию комплексных систем искусственного интеллекта
 - ПКП-9-ИИР-ПК-6. Способен руководить проектами по созданию комплексных систем на основе аналитики больших данных в различных отраслях
 - Формируется дисциплиной.**
 - Развивается дисциплиной.**
 - Полностью сформирована по результатам освоения дисциплины.**
- Шкала оценивания:** линейная, определяется долей ответов на вопросы экзамена, проверяющих данную компетенцию.

3.1.4.2 Контрольно-измерительные материалы (примеры)

Пример списка теоретических вопросов для экзамена:

1. Современные тренды в использовании технологий BigData для анализ спутниковых данных
2. Современные тренды в использовании технологий машинного обучения для анализ спутниковых данных
3. Современные тренды в использовании технологий компьютерного зрения для анализ спутниковых данных
4. Открытые источники спутниковых данных. Общая характеристика.
5. Современные метеорологические спутниковые системы.
6. Сопоставление возможностей технологий BigData и современных реляционных СУБД.
7. Сопоставление возможностей библиотек GeoPandas vs Pandas.
8. Основные возможности и назначение библиотеки PyTROLL
9. Основные возможности и назначение библиотеки sentinelsat
10. Основные возможности и назначение библиотеки earthpy
11. Виды аэрокосмических съемок. Оборудование. Применение аэрокосмических снимков.

Примерные вопросы тестирования:

1. Считается, что термин BigData был введен

а) Сергеем Брином (Sergey Brin) и Ларри Пейджем (Lawrence Edward «Larry» Page) в процессе разработки таких продуктов Google как BigTable, Hadoop и т.п.

б) Джеффом Безосом (Jeffrey Preston «Jeff» Bezos) в процессе разработки облачных сервисов Amazon

в) Биллом Гейтсом (William Henry Gates III) в процессе разработки облачных сервисов Microsoft

г) Клиффордом Линчем (Clifford Lynch) в процессе обсуждения проблемы доступности преимущественно научных данных в долгосрочной перспективе

2. Основная роль в обеспечении обработки (хранения, преобразования, предоставления пользователю) в оригинальном понятии BigData отводится

а) сохраняющим институтам / preservation institutions

б) облачной инфраструктуре

в) сетевой инфраструктуре

г) квантовым компьютерам

3. Используемые в современных работах и выступлениях определения BigData как правило

а) соответствуют оригинальному понятию BigData

б) частично соответствуют оригинальному понятию BigData

в) частично не соответствуют оригинальному понятию BigData

г) не соответствуют оригинальному понятию BigData

4. Проблемы организации обработки больших данных

а) не могут быть формализованы и математически описаны

б) являются уникальными для BigData

в) аналогичны проблемам, исследованным в 1970х-1980х гг. Эдгаром Коддом (Edgar F. Codd) при работе в IBM над реляционной СУБД System R (нынешний потомок – IBM DB2) и языком запросов SEQUEL (в настоящее время известен как SQL)

г) нет правильного ответа

5. В современных работах и публикациях используемое определение BigData часто можно охарактеризовать как

а) конкретное, точное, измеримое, непротиворечивое

б) отражающее аспекты конкретного решения или продукта

в) общепринятое, т.е. устоявшееся, применяемое большинством сторон, каноническое

г) нет правильного ответа

6. Типовые задачи при подготовке данных и обучении моделей включают

а) учет пропусков

б) кодирование нечисловых признаков

в) приведение данных к единому масштабу и стандартизация

г) все перечисленное

7. *Переобучение - это*

- а) процесс повторного обучения искусственной нейронной сети (ИНС) на новых данных
- б) процесс «переноса знаний» обученной ИНС путем включения ее в ансамбль
- в) явление «запоминания» ИНС обучающей выборки**
- г) нет верного ответа

8. *Почему для обучения моделей используются градиентные методы?*

- а) позволяют корректировать параметры модели постепенно
- б) всегда сходятся к глобальному минимуму (экстремуму)
- в) при большой размерности задачи обеспечивают приемлемую производительность**
- г) нет верного ответа

9. *В отличие от классического статистического (или физико-математического) моделирования*

- а) модели на основе искусственных нейронных сетей (ИНС) не могут быть интерпретированы в терминах соответствующего домена предметной области**
- б) модели на основе искусственных нейронных сетей (ИНС) всегда могут быть интерпретированы в терминах соответствующего домена предметной области
- в) всегда применимы вне зависимости от особенностей данных и домена
- г) нет верного ответа

10. *Библиотека научных вычислений NumPy в части реализации операций линейной алгебры полагается на*

- а) библиотеку SciPy
- б) библиотеку хатгау
- в) библиотеку PyTROLL
- г) библиотеку LAPACK**

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки содержания и качества учебного процесса может применяться тестирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденным в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Учебно-вспомогательный и инженерно-технический персонал должен иметь соответствующее образование и обладать навыками организации работы с пользовательскими программными продуктами в локальной сети компьютерного класса и в Интернете.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ. MS Windows, MS Office, Mozilla Firefox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского.

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

Специализированное оборудование не требуется.

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

Должен быть обеспечен доступ к облачному сервису Jupyter Notebook

<https://colab.research.google.com/> или обеспечена возможность запуска из аккаунта (учетной записи) пользователя экземпляра среды интерактивных вычислений Jupyter Notebook с возможностью установки пакетов Python3, рассматриваемых в рамках настоящей дисциплины, а также их зависимостей.

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Мел.

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список литературы

1. Чيو К., Фримэн Д. Машинное обучение и безопасность // Москва: ДМК Пресс. 2020. 388 с. ISBN: 978-5-97060-713-8 [Электронный ресурс] URL: <https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.lanbook131707&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
2. Дж. Вандер Плас. Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение // СПб: Питер. 2018. 576 с. ISBN: 978-5-49603-068-7 [Электронный ресурс] URL: <https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.ibooksruRUIBOOKbooks356721&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
3. Бринк Х., Феверолф М., Ричардс Д. Машинное обучение // СПб: Питер. 2017. 336 с. ISBN: 978-5-496-02989-6 [Электронный ресурс] URL: <https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.ibooksruRUIBOOKbooks355472&lang=ru&site=eds-live&scope=site>
4. Зеньков И.В., Юронен Ю.П., Барадулин И.М. и др. Дистанционное Зондирование в Экологии Топливо-Энергетического Комплекса России и Стран Азии. Сибирский федеральный университет; 2016. Accessed October 26, 2021. 308 с. [Электронный ресурс] URL:

<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.znaniium328449&lang=ru&site=eds-live&scope=site>

5. Селянкин В. В. Компьютерное Зрение. Анализ и Обработка Изображений. 2-е изд., стер. ed. Издательство “Лань”; 2021. 152 с. [Электронный ресурс] URL: <https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat07918a&AN=spsu.lanbook173806&lang=ru&site=eds-live&scope=site>

3.4.2 Перечень иных информационных источников, в том числе современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронные ресурсы Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:

<https://library.spbu.ru/ru/>

- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:

http://old.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS

- Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>

- Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ:

http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?resource_type=8&name=rues .

- Перечень ресурсов и баз данных по тематике Математика

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=1>

- Перечень ресурсов и баз данных по тематике Информатика

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?subject=93>

Раздел 4. Разработчики программы

Доцент кафедры Математики, физики и информационных технологий ФГБОУ ВО «МАГУ»

Золотов Олег Владимирович