

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
прикладной математики и  
информатики**

**А.М. Райгородский**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Анализ геопространственных данных
<b>по направлению:</b>	Информатика и вычислительная техника
<b>профиль подготовки:</b>	Прикладная математика и информатика Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра управляющих и информационных систем
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

1 (осенний) - Дифференцированный зачет

2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 60 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 75 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: В.А. Князь, канд. техн. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры управляющих и информационных систем 14.03.2024

## Аннотация

Дисциплина “Анализ геопространственных данных” имеет цель дать обучаемым фундаментальные знания по теоретическим основам и методам получения и обработки геопространственной информации в области авиационных систем.

Предметом дисциплины являются основы теории дистанционного зондирования Земли и анализа дистанционного зондирования; принципы получения и обработки, алгоритмы комплексной обработки геопространственной информации.

Курс также включает модуль по геоматике, то есть платформам, датчикам и методологиям, связанным со сбором, обработкой, анализом и интерпретацией (2D/3D) данных, относящихся к земной поверхности. Рассматриваются такие платформы, как спутники или беспилотные ЛА, датчики, такие как лидарные или бортовые камеры, а также такие методы, как фотограмметрия, лазерное сканирование, геодезия, топография и т. д.

Основные результаты обучения включают в себя знания в области принципов работы и проектирования различных датчиков, используемых в дистанционном зондировании Земли, практические навыки проектирования эксперимента в области дистанционного зондирования с приложениями к практическим задачам авиационных систем.

## 1. Цели и задачи

### Цель дисциплины

- дать обучаемым фундаментальные знания по теории сложных технических систем, системного анализа, методов анализа данных, методов обработки изображений, методов машинного обучения, математического моделирования.

### Задачи дисциплины

- освоение студентами основ геопространственных информационных технологий;
- приобретение теоретических знаний в области методов анализа геопространственных данных;
- приобретение теоретических знаний и навыков практического использования теории обработки геопространственной информации в авиационных системах при их применении по назначению.

## 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области информатики и вычислительной техники, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем
	ОПК-3.3 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания из различных областей науки (техники)
	ОПК-3.4 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ПК-2 Понимает и способен применить в научно-исследовательской и прикладной деятельности основные законы естествознания, современный математический аппарат и алгоритмы	ПК-2.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, владеет знанием основ философии и методологии науки; знанием методов научных исследований и навыками их проведения
	ПК-2.2 Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности

математический аппарат и алгоритмы, современные информационно-коммуникационные технологии	ПК-2.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационно-коммуникационных технологий
	ПК-2.4 Владеет методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов, использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического поиска, опыт работы с научными источниками
ПК-3 Владеет навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера, представления материалов собственных исследований	ПК-3.1 Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания
	ПК-3.2 Умеет вести корректную дискуссию в области информационных технологий задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы
	ПК-3.3 Имеет практический опыт участия в научных студенческих конференциях, очных, виртуальных, заочных обсуждениях научных проблем в области информационных технологий
ПК-1 Готов к включению в профессиональное сообщество; способен проводить под научным руководством локальные исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ПК-1.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации; владеет навыками подготовки научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языке
	ПК-1.2 Умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей программного обеспечения в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой
	ПК-1.3 Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации при анализе объекта научной и профессиональной деятельности

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- теоретические основы построения систем геопространственного анализа данных;
- основные обобщенные характеристики платформ и датчиков получения геопространственных данных;
- принципы построения геоинформационных систем;
- методы анализа геопространственных данных;
- современные методы обработки геопространственной информации в авиационных системах при их применении по назначению.

уметь:

- самостоятельно изучать, анализировать и обобщать теоретический научный материал, необходимый для научно-исследовательской деятельности;
- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы.

владеть:

- навыками работы с научной и технической литературой;
- методами обработки геопространственной информации в авиационных системах.

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

#### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Принципы дистанционного зондирования Земли		8		3
2	Системы дистанционного зондирования		7		4
3	Методы получения и обработки данных дистанционного зондирования		8		4
4	Геоинформационные системы. Концепция и принципы построения ГИС.		7		4
5	Геопространственные модели, системы координат, проекции, формы представления.		8		15
6	Определение и анализ спектральных и пространственных сигнатур объектов		7		15
7	Методы извлечения и интерпретации геопространственных информации.		7		15
8	Методы искусственного интеллекта в обработке данных дистанционного зондирования		8		15
Итого часов			60		75
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		135 час., 3 зач.ед.			

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

##### 1. Принципы дистанционного зондирования Земли

Основные понятия теории электромагнитного излучения и его обнаружения с помощью приборов дистанционного зондирования (активных и пассивных). Типовая спутниковая пассивная система дистанционного зондирования. Применения дистанционного зондирования. Базовая обработка изображений ДЗ.

##### 2. Системы дистанционного зондирования

Классификация систем дистанционного зондирования. Типы и назначение датчиков дистанционного зондирования. Принципы работы.

##### 3. Методы получения и обработки данных дистанционного зондирования

Пуассоновский поток событий. Модель Ланкастера процесса боевых действий. Двухступенчатая и многоступенчатая модель Ланкастера. Идентификация параметров модели Ланкастера по информации о результатах боевых действий. Метод динамического программирования.

##### 4. Геоинформационные системы. Концепция и принципы построения ГИС.

Характеристики пространственных данных. Методы хранения, обработки и анализа пространственной информации. Определение и применение различных типов атрибутивных данных.

Семестр: 2 (Весенний)

5. Геопространственные модели, системы координат, проекции, формы представления.

Демонстрация практической значимости изучаемого математического аппарата и его связи с другими дисциплинами направления.

6. Определение и анализ спектральных и пространственных сигнатур объектов

Овладение методикой анализа и синтеза радиоэлектронных систем с применением марковской теории оценивания случайных процессов, а также методикой оценки эффективности авиационных радиоэлектронных комплексов при применении по назначению.

7. Методы извлечения и интерпретации геопространственных информации.

Овладение методикой анализа и синтеза радиоэлектронных систем с применением марковской теории оценивания случайных процессов, а также методикой оценки эффективности авиационных радиоэлектронных комплексов при применении по назначению

8. Методы искусственного интеллекта в обработке данных дистанционного зондирования

Демонстрация практической значимости изучаемого математического аппарата и его связи с другими дисциплинами направлений.

## **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном.

## **6.Перечень рекомендуемой литературы**

### **Основная литература**

1. Yuji Murayama. Progress in Geospatial Analysis. Springer Japan 2012
  2. Deren Li, Jie Shan Jianya Gong. Geospatial Technology for Earth Observation. Springer Science+Business Media, LLC 2009
  3. Antoni Moore, Igor Drecki. Geospatial Visualisation. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013
- систем (учебное пособие). М.: ФГУП «ГосНИИАС», 2010.

### **Дополнительная литература**

1. Pavan Kumar, Meenu RaniPrem, Chandra Pandey Haroon SajjadBhagwan Singh Chaudhary. Applications and Challenges of Geospatial Technology. Springer, Cham, 2019
2. Daniel McInerney, Pieter Kempeneers. Open Source Geospatial Tools. Springer International Publishing Switzerland 2015

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Не используются

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

На практических занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Студент, изучающий курс, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия, аксиомы, методы доказательств.

Текущая самостоятельная работа может включать следующие виды работ:

- решение задач по заданию (индивидуальному, где требуется) преподавателя– решаются задачи, выданные преподавателем по итогам практических занятий, и сдаются в конце семестра.
- опережающая самостоятельная работа;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Информатика и вычислительная техника
<b>профиль подготовки:</b>	Прикладная математика и информатика Физтех-школа Прикладной Математики и Информатики кафедра управляющих и информационных систем
<b>курс:</b>	<u>1</u>
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 1 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** В.А. Князь, канд. техн. наук, доцент

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области информатики и вычислительной техники, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем
	ОПК-3.3 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания из различных областей науки (техники)
	ОПК-3.4 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ПК-2 Понимает и способен применить в научно-исследовательской и прикладной деятельности основные законы естествознания, современный математический аппарат и алгоритмы, современные информационно-коммуникационные технологии	ПК-2.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, владеет знанием основ философии и методологии науки; знанием методов научных исследований и навыками их проведения
	ПК-2.2 Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности
	ПК-2.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационно-коммуникационных технологий
	ПК-2.4 Владеет методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов, использования сети Интернет, аннотирования, реферирования, библиографического поиска, опыт работы с научными источниками
ПК-3 Владеет навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера, представления материалов собственных исследований	ПК-3.1 Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания
	ПК-3.2 Умеет вести корректную дискуссию в области информационных технологий задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы
	ПК-3.3 Имеет практический опыт участия в научных студенческих конференциях, очных, виртуальных, заочных обсуждениях научных проблем в области информационных технологий
ПК-1 Готов к включению в профессиональное сообщество; способен проводить под научным руководством локальные исследования на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	ПК-1.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации; владеет навыками подготовки научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований на русском и английском языке
	ПК-1.2 Умеет решать научные задачи с пониманием существующих подходов к верификации моделей программного обеспечения в связи с поставленной целью и в соответствии с выбранной методикой
	ПК-1.3 Имеет практический опыт выступлений и научной аргументации при анализе объекта научной и профессиональной деятельности

## 2. Показатели оценивания компетенций



В результате изучения дисциплины «Анализ геопространственных данных» обучающийся должен:

**знать:**

- теоретические основы построения систем геопространственного анализа данных;
- основные обобщенные характеристики платформ и датчиков получения геопространственных данных;
- принципы построения геоинформационных систем;
- методы анализа геопространственных данных;
- современные методы обработки геопространственной информации в авиационных системах при их применении по назначению.

**уметь:**

- самостоятельно изучать, анализировать и обобщать теоретический научный материал, необходимый для научно-исследовательской деятельности;
- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы.

**владеть:**

- навыками работы с научной и технической литературой;
- методами обработки геопространственной информации в авиационных системах.

### **3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю**

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале практического занятия по теме прошлого занятия.

### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

Вопросы к дифференцированному зачету в 9 семестре:

1. Принципы дистанционного зондирования Земли.
2. Системы дистанционного зондирования.
3. Методы получения и обработки данных дистанционного зондирования.
4. Классификация систем дистанционного зондирования.
5. Типы и назначение датчиков дистанционного зондирования. Принципы их работы.
6. Характеристики пространственных данных.
7. Методы хранения, обработки и анализа пространственной информации.
8. Определение и применение различных типов атрибутивных данных.
9. Основные понятия теории электромагнитного излучения и его обнаружения с помощью приборов дистанционного зондирования.
10. Типовая спутниковая пассивная система дистанционного зондирования. Применения дистанционного зондирования.

Вопросы к дифференцированному зачёту в 10 семестре:

1. Демонстрация практической значимости изучаемого математического аппарата и его связи с другими дисциплинами направления.
2. Геоинформационные системы. Концепция и принципы построения ГИС.
3. Геопространственные модели, системы координат, проекции, формы представления.
4. Методика анализа и синтеза радиоэлектронных систем с применением марковской теории оценивания случайных процессов.
5. Выделение и анализ спектральных и пространственных сигнатур объектов.
6. Методика оценки эффективности авиационных радиоэлектронных комплексов при применении по назначению.
7. Методы извлечения информации из геопространственных данных.
8. Методы искусственного интеллекта в обработке данных дистанционного зондирования.
9. Определение и применение различных типов атрибутивных данных.
10. Виды методов обработки изображений.

## Критерии оценивания

отлично

10 Выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

9 Выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

8 Выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

хорошо

7 Выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

6 Выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

5 Выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

удовлетворительно

4 Выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

3 Выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

неудовлетворительно

2 Выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

1 Выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

## 5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Во время проведения дифференцированного зачёта обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой. Дифференцированный зачёт проводится путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.