

Министерство образования и науки Астраханской области
Государственное бюджетное образовательное учреждение
Астраханской области высшего образования
«Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет»
(ГБОУ АО ВО «АГАСУ»)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. первого проректора



И.И. Потапова /
(подпись) и. о. ф.

« 30 » апреля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Математическое моделирование геопространственных данных

(указывается наименование в соответствии с учебным планом)

По специальности

21.05.01 «Прикладная геодезия»

(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВО)

Направленность (профиль)

«Инженерная геодезия»

(указывается наименование направленности (профиля) в соответствии с ОПОП)

Кафедра

«Системы автоматизированного проектирования и моделирования»

Квалификация выпускника *инженер-геодезист*

Разработчик:

доцент, канд. физ.-мат. наук
(занимаемая должность,
учёная степень и учёное звание)


(подпись)

/ К.Д. Яксубаев /
И. О. Ф.

Рабочая программа и оценочные и методические материалы по дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных» рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Системы автоматизированного проектирования и моделирования»

протокол № 8 от «17» апреля 2026 г.

И.о. заведующего кафедрой


(подпись)

/ В.В. Соболева /
И. О. Ф.

Согласовано:

Председатель МКС «Прикладная геодезия»
направленность (профиль) «Инженерная геодезия»


(подпись)

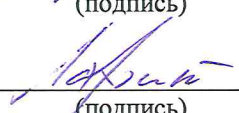
/ С.Р. Кособокова /
И. О. Ф.

Начальник УМУ


(подпись)

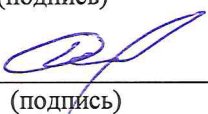
/ О.Н. Беспалова /
И. О. Ф.

Специалист УМУ


(подпись)

/ С.А. Ларин /
И. О. Ф.

Начальник ОВСиПО


(подпись)

/ Д.В. Черников /
И. О. Ф.

Заведующая научной библиотекой


(подпись)

/ Л.С. Гаврилова /
И. О. Ф.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цель освоения дисциплины	4
2.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3.	Место дисциплины в структуре ОПОП специалитета	5
4.	Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по типам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	6
5.	Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий	7
5.1	Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий и работы обучающихся (в академических часах)	7
5.1.1.	Очная форма обучения	7
5.1.2.	Заочная форма обучения	8
5.1.3	Очно - заочная форма обучения	8
5.2.	Содержание дисциплины, структурированное по разделам	9
5.2.1.	Содержание лекционных занятий	9
5.2.2.	Содержание лабораторных занятий	10
5.2.3.	Содержание практических занятий	10
5.2.4	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	10
5.2.5.	Темы контрольных работ	11
5.2.6.	Темы курсовых проектов/курсовых работ	11
6.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
7.	Образовательные технологии	13
8.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	14
8.1.	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
8.2.	Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	15
8.3.	Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, доступных обучающимся при освоении дисциплины	15
9.	Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16
10.	Особенности организации обучения по дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	17

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Математическое моделирование геопространственных данных» является формирование компетенций обучающихся в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия».

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:

ОПК-3 – способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

ПК-8 – готовностью к разработке алгоритмов, программ и методик решений инженерно-геодезических задач и владением методами математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Знать:

- содержание государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности (ОПК-3.1);
- программы и программные компоненты в области геоинформационных систем, систем управления базами данных, программные компоненты в области обработки данных систем высокоточного позиционирования, дистанционного зондирования Земли из космоса (гидрометеорологического, картографического и геодезического обеспечения), спутниковых систем навигации, связи, телекоммуникации и передачи данных (ОПК-3.1);
- методы цифровой обработки космических изображений (ОПК-3.1);
- методы и средства сбора и представления пространственных данных (геоданных) (ОПК-3.1);
- перспективные средства, методы и программное обеспечение производства и обработки материалов инженерно-геодезических изысканий (ПК-8.1).

Уметь:

- использовать компьютерные технологии для анализа данных, хранящихся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности (ОПК-3.2);
- использовать методы проведения аудита информационных систем (ОПК-3.2);
- осуществлять выбор поставляемых изделий (программных и технических средств, программно-технических комплексов, информационных изделий) для комплектования элемента инфраструктуры использования РКД в соответствии с проектной документацией (ОПК-3.2);

- использовать комплекс аппаратных и программных средств приема данных ДЗЗ из космоса (ОПК-3.2);
- подготавливать исходные данные для составления планов космической съемки и документации (ОПК-3.2);
- использовать компьютерные технологии для анализа данных, хранящихся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной и иной деятельности (ПК-8.2).

Владеть навыками:

- анализом исходной информации, хранящейся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности (ОПК-3.3);
- аудитом информационных систем заказчика (ОПК-3.3);
- способностью определять технические требования и подготовкой технического задания на разработку не изготавливаемых серийно изделий для комплектования элемента инфраструктуры использования РКД (ОПК-3.3);
- подготовка к работе средств приема и восстановлению характеристик (первичной обработке) с космических аппаратов (далее - КА) ДЗЗ (ОПК-3.3);
- подготовкой к работе средств каталогизации и хранения информации с КА ДЗЗ (ОПК-3.3);
- приемами первичной обработки и каталогизация исходной информации ДЗЗ (ОПК-3.3);
- современными компьютерными технологиями планирования и выполнения инженерно-геодезических изысканий (ПК-8.3).

3. Место дисциплины в структуре ОПОП специалитета

Дисциплина Б1.О.12 «Математическое моделирование геопространственных данных» реализуется в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)», обязательной части.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных в рамках изучения следующих дисциплин: «Математика», «Информатика», Информационные технологии», «Геодезия».

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по типам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Форма обучения	Очная	Заочная
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 семестр – 4 з.е.; всего - 4 з.е.	5 семестр – 4 з.е.; всего - 4 з.е.
Лекции (Л)	5 семестр – 18 часов; всего – 18 часов	5 семестр – 4 часа; всего - 4 часа
Лабораторные занятия (ЛЗ)	5 семестр – 34 часа; всего – 34 часа	5 семестр – 4 часа; всего - 4 часа
Практические занятия (ПЗ)	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Самостоятельная работа (СР)	5 семестр – 92 часа; всего – 92 часа	5 семестр – 136 часов; всего - 136 часов
Форма текущего контроля:		
Контрольная работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	5 семестр
Форма промежуточной аттестации:		
Экзамены	5 семестр	5 семестр
Зачет	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Зачет с оценкой	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовая работа	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>
Курсовой проект	<i>учебным планом не предусмотрены</i>	<i>учебным планом не предусмотрены</i>

5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий

5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий и работы обучающихся (в академических часах)

5.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины. (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающихся				Форма текущего контроля и промежуточной аттестации
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. Основные понятия математического моделирования с позиции теории систем.	26	5	2	6	-	18	Экзамен
2	Раздел 2. Статистическое моделирование.	30	5	4	8	-	18	
3	Раздел 3. Построение математических моделей по экспериментальным данным	30	5	4	8	-	18	
4	Раздел 4. Модели, используемые при описании гравитационного влияния рельефа.	28	5	4	6	-	18	
5	Раздел 5. Моделирование геодинимических систем по результатам геодезических наблюдений.	30	5	4	6	-	20	
Итого:		144		18	34		92	

5.1.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины. (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающихся				Форма текущего контроля и промежуточной аттестации
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. Основные понятия математического моделирования с позиции теории систем.	26	5	1	1	-	24	Контрольная работа Экзамен
2	Раздел 2. Статистическое моделирование.	30	5	1	1	-	28	
3	Раздел 3. Построение математических моделей по экспериментальным данным	30	5	1	1	-	28	
4	Раздел 4. Модели, используемые при описании гравитационного влияния рельефа.	28	5	1	1	-	26	
5	Раздел 5. Моделирование геодинамических систем по результатам геодезических наблюдений.	30	5	-	-	-	30	
Итого:		144		4	4		136	

5.1.3 Очно - заочная форма обучения

ОПОП не предусмотрено

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам

5.2.1. Содержание лекционных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1. Основные понятия математического моделирования с позицией теории систем. История развития понятия модели	Классификация видов моделирования. Системный анализ и моделирование. История развития понятия модели. Свойства, типы моделей, соответствие действительности. Модели систем. Математика в прикладных исследованиях.
2	Раздел 2. Статистическое моделирование	Метод статистического моделирования. Моделирование случайных величин. Случайная величина. Моделирование равномерно распределенных случайных величин и случайных величин, принимающих конечный набор значений. Моделирование нормально распределенных случайных величин. Пример использования метода статистического моделирования при создании моделей геодезических построений.
3	Раздел 3. Построение математических моделей по экспериментальным данным	Аппроксимация. Лагранжева интерполяция. Математическое моделирование с использованием метода наименьших квадратов. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация линейной функцией. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Постановка задачи аппроксимации функции. Выбор вида эмпирической формулы.
4	Раздел 4. Модели, используемые при описании гравитационного влияния рельефа	Некоторые аналитические модели локальных гравитационных полей. Конечно-элементная аппроксимация гравитирующего влияния форм рельефа. Конечно-элементная аппроксимация гравитационного влияния конуса. Учет гравитационного влияния на результаты геодезических измерений.
5	Раздел 5. Моделирование геодинамических систем по результатам геодезических наблюдений	Модель локально-однородной деформации. Тензоры деформации. Методика определения компонент плоской деформации. Характеристики плоской деформации. Картосхемы деформации. Непараметрический подход к структурному моделированию. Структурное моделирование геодинамических систем с позиций системного подхода и системного анализа. Метод структурной идентификации ГДС на основе кластерного анализа.

5.2.2. Содержание лабораторных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1. Основные понятия математического моделирования с позиции теории систем.	Входное тестирование. Исследование возможностей применения программного пакета MATHCAD для математического моделирования.
2	Раздел 2. Статистическое моделирование.	Интерполяция и предсказание. Моделирование случайных величин.
3	Раздел 3. Построение математических моделей по экспериментальным данным.	Математическая обработка результатов экспериментальных данных. Аппроксимация методом наименьших квадратов.
4	Раздел 4. Модели, используемые при описании гравитационного влияния рельефа.	Математическая обработка результатов экспериментальных данных. Учет гравитационного влияния.
5	Раздел 5. Моделирование геодинамических систем по результатам геодезических наблюдений.	Построение модели локально-однородной деформации по данным о горизонтальных смещениях земной поверхности, полученным по геодезическим наблюдениям.

5.2.3. Содержание практических занятий

Учебным планом не предусмотрены

5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Очная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	Раздел 1. Основные понятия математического моделирования с позиции теории систем.	Подготовка к лабораторному занятию. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [5], [6]
2	Раздел 2. Статистическое моделирование.	Подготовка к лабораторному занятию. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [3], [5], [6]
3	Раздел 3. Построение математических моделей по экспериментальным данным.	Подготовка к лабораторному занятию. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
4	Раздел 4. Модели, используемые при описании гравитационного влияния рельефа.	Подготовка к лабораторному занятию. Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [4], [5], [6]
5	Раздел 5. Моделирование	Подготовка к лабораторному занятию.	[1], [2], [3], [4],

	геодинамических систем по результатам геодезических наблюдений.	Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	[5], [6]
--	---	--	----------

Заочная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	Раздел 1. Основные понятия математического моделирования с позиции теории систем.	Изучение теоретического материала. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [5], [6]
2	Раздел 2. Статистическое моделирование.	Изучение теоретического материала. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [3], [5], [6]
3	Раздел 3. Построение математических моделей по экспериментальным данным.	Изучение теоретического материала. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
4	Раздел 4. Модели, используемые при описании гравитационного влияния рельефа.	Изучение теоретического материала. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [4], [5], [6]
5	Раздел 5. Моделирование геодинамических систем по результатам геодезических наблюдений.	Изучение теоретического материала. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к итоговому тестированию. Подготовка к экзамену.	[1], [2], [3], [4], [5], [6]

5.2.5. Темы контрольных работ

Тема контрольной работы (заочная форма обучения): «Математическое моделирование геопространственных данных: от статистического анализа до геодинамического прогноза».

5.2.6. Темы курсовых проектов/ курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Организация деятельности студента
<u>Лекция</u> В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.
<u>Лабораторное занятие</u> Работа в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
<u>Самостоятельная работа</u> Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в помещениях для самостоятельной работы, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа в аудиторное время может включать: – конспектирование (составление тезисов) лекций; – решение задач; – работу со справочной и методической литературой. Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из: – повторения лекционного материала; – подготовки к лабораторным занятиям; – подготовки к контрольной работе (заочная форма обучения); – изучения учебной и научной литературы; – решения задач, выданных на лабораторных занятиях; – подготовки к итоговому тестированию и т.д.; – выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях; – проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов.
<u>Контрольная работа</u> Теоретическая и практическая части контрольной работы выполняются по установленным темам (вариантам) с использованием практических материалов, полученных на практических и лабораторных занятиях. К каждой теме контрольной работы рекомендуется примерный перечень основных вопросов, список необходимой литературы. Необходимо изучить литературу, рекомендуемую для выполнения контрольной работы. Чтобы полнее раскрыть тему, следует использовать дополнительные источники и материалы. Инструкция по выполнению контрольной работы находится в методических материалах по дисциплине.
<u>Подготовка к экзамену</u> Подготовка студентов к экзамену включает три стадии: – самостоятельная работа в течение учебного года (семестра); – непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену; – подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билете.

7. Образовательные технологии

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Математическое моделирование геопространственных данных».

Традиционные образовательные технологии

Дисциплина «Математическое моделирование геопространственных данных» проводится с использованием традиционных образовательных технологий, ориентирующихся на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения), учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Лабораторное занятие – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с моделями реальных объектов.

Интерактивные технологии

По дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных» лекционные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Лекция-визуализация - представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами ТСО или аудиовидеотехники (видео-лекция). Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов (в виде схем, таблиц, графов, графиков, моделей). Лекция-визуализация помогает студентам преобразовывать лекционный материал в визуальную форму, что способствует формированию у них профессионального мышления за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов.

По дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных» лабораторные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Работа в малых группах – это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем обучающимся (в том числе и стеснительным) возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия). Все это часто бывает невозможно в большом коллективе.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

1. Бикбулатова Г.Г., Пронина Л.А. Математическое моделирование геопространственных данных с элементами уравнивания опорных геодезических сетей: учебное пособие. – Омск: Омский ГАУ, 2023. – 82 с. – ISBN 978-5-907687-44-8. – URL: <https://biblioclub.ru/>. – Текст: электронный. – Режим доступа: по подписке ЭБС «Университетская библиотека».
2. Мартынова Н. Г. Моделирование геопространственных данных (практикум): учебное пособие. – Тюмень: ТИУ, 2023. – 95 с. – ISBN 978-5-9961-3116-7. – URL: <https://biblioclub.ru/>. – Текст: электронный. – Режим доступа: по подписке ЭБС «Университетская библиотека».

б) дополнительная учебная литература:

3. Браверман Б. А. Программное обеспечение геодезии, фотограмметрии, кадастра, инженерных изысканий: учебное пособие. – 2-е изд. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2025. – 244 с. – ISBN 978-5-9729-2279-6. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/144961.html> – Текст : электронный. – Режим доступа: по подписке ЭБС IPR SMART.
4. Яроцкая Е. В. Экономико-математические методы и моделирование: учебное пособие. – 2-е изд. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2025. – 196 с. – ISBN 978-5-4497-3855-4. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/>. – Текст: электронный. – Режим доступа: по подписке ЭБС IPR SMART.

в) перечень учебно-методического обеспечения:

5. Запевалов, В. Н. Практикум по высшей геодезии и основам координатно-временных систем. Ч.1. Вычислительные работы [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Н. Запевалов, А. М. Олейник. — Электрон. дан. — Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2020. — 76 с. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/115053.html>
6. Шошина, К. В. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / К. В. Шошина, Р. А. Алешко. — Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, 2014. — 76 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312310>

г) перечень онлайн курсов:

7. Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ». Математическое моделирование геопространственных данных: онлайн-курс. — URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/83/83/info>

8.2. Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- Mathcad Education - University Edition
- Apache Open Office
- КОМПАС-3D V16/V17
- Комплекс CREDO
- ГИС MapinfoPro 16.0
- PostgreSQL
- Pascal ABC.NET
- Lazarus
- Eclipse
- 7-Zip
- Adobe Acrobat Reader DC
- VLC media player
- SCAD Office
- MIDAS GTS NX / MIDAS CIVIL
- «Академик Сет» (ЛИРА-САПР)
- Renga Architecture
- 1С учебная версия
- ГРАНД-СМЕТА
- Yandex браузер

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, доступных обучающимся при освоении дисциплины

1. Электронная информационно-образовательная среда Университета: образовательный портал (<http://moodle.aucu.ru>).
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека» (<https://biblioclub.ru/>).
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (www.iprbookshop.ru).
4. Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru/>).
5. Консультант+ (<http://www.consultant-urist.ru/>)
6. Федеральный институт промышленной собственности (<http://www.fips.ru/>)

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебные аудитории для проведения учебных занятий: 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, аудитории № 204, 207, 209, 211	№204 Комплект учебной мебели, Учебно-наглядные пособия; Стационарный мультимедийный комплект, Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
		№207 Комплект учебной мебели, Компьютеры – 15 шт., Стационарный мультимедийный комплект, Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
		№209 Комплект учебной мебели, Компьютеры – 15 шт., Графические планшеты – 16 шт., Источник бесперебойного питания – 1 шт. Стационарный мультимедийный комплект, Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». №211 Комплект учебной мебели, Компьютеры – 15 шт., Стационарный мультимедийный комплект, Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
2	Помещения для самостоятельной работы 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 22а, аудитория № 203 (общежитие №1)	№203 Комплект учебной мебели, Компьютеры – 8 шт., Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Библиотека, читальный зал Комплект учебной мебели, Компьютеры - 4 шт., Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
	Специализированная аудитория для геодезических работ 414056, г. Астрахань,	№ 206 Комплект учебной мебели, Ноутбук -16 шт; Интерактивная доска,

	ул. Татищева №18в, аудитория № 206 (для практической части лабораторных работ)	Переносной мультимедийный комплект, Доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Наличие геодезических приборов и оборудования (нивелиры, тахеометры, теодолиты, штативы, вехи) для проведения практических измерений, результаты которых обрабатываются с использованием методов математического моделирования.
--	--	--

10. Особенности организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина «Математическое моделирование геопространственных данных» реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальных особенностей).

Аннотация
к рабочей программе дисциплины
«Математическое моделирование геопространственных данных»
по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия»
направленность (профиль) «Инженерная геодезия»
по программе специалитета

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Целью учебной дисциплины «Математическое моделирование геопространственных данных» является формирование компетенций обучающихся в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 21.05.01 «Прикладная геодезия».

Учебная дисциплина «Математическое моделирование геопространственных данных» реализуется в рамках **Блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательной части.**

Дисциплина базируется на знаниях, полученных в рамках изучения следующих дисциплин: «Математика», «Информатика», «Информационные технологии», «Геодезия».

Краткое содержание дисциплины:

1. Основные понятия математического моделирования с позиции теории систем.
2. Статистическое моделирование.
3. Построение математических моделей по экспериментальным данным.
4. Модели, используемые при описании гравитационного влияния рельефа.
5. Моделирование геодинамических систем по результатам геодезических наблюдений.

И.о. заведующего кафедрой


(подпись)

/ В.В. Соболева /
И.О.Ф.

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу, оценочные и методические материалы
по дисциплине
«Математическое моделирование геопространственных данных»
ОПОП ВО по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия»,
направленность (профиль) «Инженерная геодезия»
по программе *специалитета*

Павлом Николаевичем Садчиковым (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных» ОПОП ВО по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», направленность (профиль) «Инженерная геодезия» по программе специалитета, разработанной в ГБОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «Системы автоматизированного проектирования и моделирования» (далее «САПРиМ») (разработчик – доцент, канд. физ.-мат. наук, Якубаев Камиль Джекишович).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование геопространственных данных» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.08.2020 г. № 944 и зарегистрированного в Минюсте России от 25.08.2020 г. № 59432.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению - дисциплина Б1.О.12 относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», направленность (профиль) «Инженерная геодезия». В соответствии с Программой, за дисциплиной закреплены 2 компетенции, которые реализуются в объявленных требованиях.

Предложенные в Программе индикаторы компетенций в категориях знать, уметь, владеть навыками отражают специфику и содержание дисциплины, а представленные в оценочных и методических материалах показатели и критерии оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, а также шкалы оценивания позволяют определить степень достижения заявленных результатов, т.е. уровень освоения обучающимися соответствующих компетенций в рамках данной дисциплины.

Учебная дисциплина «Математическое моделирование геопространственных данных» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», направленность (профиль) «Инженерная геодезия» и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы, включая традиционные и интерактивные. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний **специалиста**, предусмотренная Программой, осуществляется в форме **экзамена**. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, Интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО

специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», направленность (профиль) «Инженерная геодезия».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», направленность (профиль) «Инженерная геодезия» и специфике дисциплины «Математическое моделирование геопространственных данных», обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия» разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «САПРиМ» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», направленность (профиль) «Инженерная геодезия».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных» представлены: типовыми вопросами к экзамену, типовыми заданиями к контрольной работе, типовыми вопросами к входному и итоговому тестированию, типовыми заданиями к защите лабораторной работы.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Математическое моделирование геопространственных данных» ОПОП ВО по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», направленность (профиль) «Инженерная геодезия», по программе специалитета, разработанных доцентом, канд. физ.-мат. наук Камилем Джекишовичем Яксубаевым, соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», направленность (профиль) «Инженерная геодезия» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:

Садчиков П.Н.

канд. техн. наук, доцент кафедры
«Системы автоматизированного
проектирования и моделирования»

ГБОУ АО ВО «АГАСУ»



(подпись)

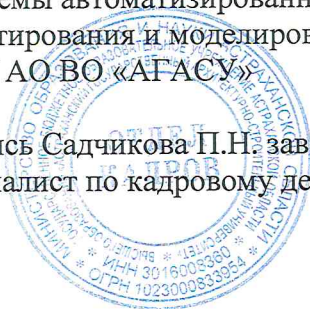
/Садчиков П.Н./

Ф. И. О.

Подпись Садчикова П.Н. заверяю



Специалист по кадровому делопроизводству Стратунович Д.О.



РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу, оценочные и методические материалы
по дисциплине
«Математическое моделирование геопространственных данных»
ОПОП ВО по специальности
21.05.01 «Прикладная геодезия»,
направленность (профиль) «Инженерная геодезия»
по программе специалитета

Сергеем Александровичем Захаровым (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных» ОПОП ВО по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», направленность (профиль) «Инженерная геодезия» по программе специалитета, разработанной в ГБОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре «Системы автоматизированного проектирования и моделирования» (далее «САПРиМ») (разработчик – доцент, канд. физ.-мат. наук, Яксубаев Камиль Джекишович).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование геопространственных данных» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.08.2020 г. № 944 и зарегистрированного в Минюсте России от 25.08.2020 г. № 59432.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению - дисциплина Б1.О.12 относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», направленность (профиль) «Инженерная геодезия». В соответствии с Программой, за дисциплиной закреплены 2 компетенции, которые реализуются в объявленных требованиях.

Предложенные в Программе индикаторы компетенций в категориях знать, уметь, владеть навыками отражают специфику и содержание дисциплины, а представленные в оценочных и методических материалах показатели и критерии оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, а также шкалы оценивания позволяют определить степень достижения заявленных результатов, т.е. уровень освоения обучающимися соответствующих компетенций в рамках данной дисциплины.

Учебная дисциплина «Математическое моделирование геопространственных данных» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», направленность (профиль) «Инженерная геодезия» и возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы, включая традиционные и интерактивные. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний **специалиста**, предусмотренная Программой, осуществляется в форме **экзамена**. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, Интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО

специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», направленность (профиль) «Инженерная геодезия».

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», направленность (профиль) «Инженерная геодезия» и специфике дисциплины «Математическое моделирование геопространственных данных», обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия» разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных» предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой «САПРиМ» материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», направленность (профиль) «Инженерная геодезия».

Оценочные и методические материалы по дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных» представлены: типовыми вопросами к экзамену, типовыми заданиями к контрольной работе, типовыми вопросами к входному и итоговому тестированию, типовыми заданиями к защите лабораторной работы.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных» в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины «Математическое моделирование геопространственных данных» ОПОП ВО по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», направленность (профиль) «Инженерная геодезия», по программе специалитета, разработанных доцентом, канд. физ.-мат. наук Камилем Джекишовичем Яксубаевым, соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», направленность (профиль) «Инженерная геодезия» и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:

Захаров С.А.,

доцент, канд. физ.-мат. наук

кафедры «Математика», факультет «Физики,
математики и инженерных технологий»

Астраханского государственного
университета им. В.Н. Татищева

(ФГБОУ ВО «АГУ» им. В.Н. Татищева)


(подпись) /Захаров С.А.
(Ф.И.О.)


Легализация завершена
Копия выдана
А.С. Власов

Министерство образования и науки Астраханской области
Государственное бюджетное образовательное учреждение
Астраханской области высшего образования
«Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет»
(ГБОУ АО ВО «АГАСУ»)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. первого проректора



И.И. Потапова /

(подпись)

И. О. Ф.

« 30 » апреля 2026 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Наименование дисциплины

Математическое моделирование геопространственных данных

(указывается наименование в соответствии с учебным планом)

По специальности

21.05.01 «Прикладная геодезия»

(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВО)

Направленность (профиль)

«Инженерная геодезия»

(указывается наименование направленности (профиля) в соответствии с ОПОП)

Кафедра

«Системы автоматизированного проектирования и моделирования»

Квалификация выпускника **инженер-геодезист**

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	3
1.1.	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы	3
1.2.	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
1.2.1.	Перечень оценочных средств текущего контроля успеваемости	6
1.2.2.	Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
1.2.3.	Шкала оценивания	14
2.	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	15
3.	Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций	18
	<i>Приложение 1</i>	19
	<i>Приложение 2</i>	21
	<i>Приложение 3</i>	24
	<i>Приложение 4</i>	25
	<i>Приложение 5</i>	30

1. Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные и методические материалы являются неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины и представлены в виде отдельного документа.

1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индекс и формулировка компетенции	Индикаторы достижений компетенций, установленные ОПОП	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.5.1 РПД)					Формы контроля с конкретизацией задания
		1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-3 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Знать:						
	Содержание государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности; (ОПК-3.1)	X			X		Вопросы к экзамену (1-3, 15-20); Итоговое тестирование (1, 6-15); Контрольная работа (1-3, 14-17)
	Программы и программные компоненты в области геоинформационных систем, систем управления базами данных, программные компоненты в области обработки данных систем высокоточного позиционирования, дистанционного зондирования Земли из космоса (гидрометеорологического, картографического и геодезического обеспечения), спутниковых систем навигации, связи, телекоммуникации и передачи данных (ОПК-3.1)	X			X		Вопросы к экзамену (15–20); Итоговое тестирование (7–15, 25, 30); Контрольная работа (14–17); Защита лабораторной работы №1, 7
	Методы и средства сбора и представления пространственных данных (геоданных); (ОПК-3.1)	X			X		Вопросы к экзамену (15–20); Итоговое тестирование (8, 13, 15); Контрольная работа (14–17); Лабораторная работа №6
	Методы цифровой обработки космических изображений; (ОПК-3.1)				X		Вопросы к экзамену (19); Итоговое тестирование (3, 10–12); Контрольная работа (17); Лабораторная работа №7
	Уметь:						
	Использовать компьютерные технологии для анализа данных, хранящихся в государственных информационных системах	X			X		Контрольная работа (1, 6–9); Защита лабораторной работы №1, №6, №7

	обеспечения градостроительной деятельности (ОПК-3.2);						
	Использовать методы проведения аудита информационных систем (ОПК-3.2).	X			X		Контрольная работа (6–9); Защита лабораторной работы №7
	Осуществлять выбор поставляемых изделий (программных и технических средств, программно-технических комплексов, информационных изделий) для комплектования элемента инфраструктуры использования РКД в соответствии с проектной документацией; (ОПК-3.2)				X		Контрольная работа (6–9); Защита лабораторной работы №7
	Использовать комплекс аппаратных и программных средств приема данных ДЗЗ из космоса; (ОПК-3.2)				X		Вопросы к экзамену (19); Контрольная работа (6–9); Защита лабораторной работы №7
	Подготавливать исходные данные для составления планов космической съемки и документации (ОПК-3.2)				X		Вопросы к экзамену (19); Контрольная работа (6–9); Защита лабораторной работы №7
	Владеть навыками:						
	Анализом исходной информации, хранящейся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности; (ОПК-3.3)	X			X		Контрольная работа (6–9, 14–16); Защита лабораторной работы №6
	Аудитом информационных систем заказчика; (ОПК-3.3)				X		Контрольная работа (6–9); Защита лабораторной работы №7
	Способностью определять технические требования и подготовкой технического задания на разработку не изготавливаемых серийно изделий для комплектования элемента инфраструктуры использования РКД; (ОПК-3.3)				X		Контрольная работа (6–9); Защита лабораторной работы №7
	Подготовка к работе средств приема и восстановлению характеристик (первичной обработке) с космических аппаратов (далее - КА) ДЗЗ; (ОПК-3.3)				X		Вопросы к экзамену (19); Контрольная работа (6–9); Защита лабораторной работы №7
	Подготовкой к работе средств каталогизации и хранения информации с КА ДЗЗ; (ОПК-3.3)				X		Итоговое тестирование (3, 10–12); Контрольная работа (6–9); Защита лабораторной работы №7
	Приемами первичной обработки и каталогизация исходной информации ДЗЗ (ОПК-3.3)				X		Итоговое тестирование (3, 10–12); Контрольная работа (6–9); Защита лабораторной работы №7
ПК-8	Знать:						
Готовностью к разработке	Перспективные средства, методы и программное обеспечение производства и обработки материалов инженерно-	X	X	X	X	X	Вопросы к экзамену (1–30); Итоговое тестирование (1–30); Контрольная

алгоритмов, программ и методик решений инженерно-геодезических задач и владением методами математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений	геодезических изысканий; (ПК-8.1)						работа (9–13, 18–23)
	Уметь:						
	Использовать компьютерные технологии для анализа данных, хранящихся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной и иной деятельности; (ПК-8.2)		X	X	X	X	Контрольная работа (2–5, 10–13); Защита лабораторной работы №2-6
	Владеть навыками:						
	Современными компьютерными технологиями планирования и выполнения инженерно-геодезических изысканий. (ПК-8.3)		X	X	X	X	Контрольная работа (10–16); Защита лабораторной работы №5, 6

1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

1.2.1. Перечень оценочных средств текущего контроля успеваемости

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Рекомендуется для оценки умений и владений студентов	Темы лабораторных работ и требования к их защите

1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенция, этапы освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		Ниже порогового уровня (не зачтено)	Пороговый уровень (Зачтено)	Продвинутый уровень (Зачтено)	Высокий уровень (Зачтено)
1	2	3	4	5	6
ОПК-3 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Знает: содержание государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности (ОПК-3.1);	Обучающийся не знает и не понимает содержание государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности	Обучающийся знает содержание государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает содержание государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает и понимает содержание государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий
	Знает: программы и программные компоненты в области геоинформационных систем, систем управления базами данных, программные компоненты в области обработки данных систем высокоточного позиционирования, дистанционного зондирования Земли из космоса (гидрометеорологического, картографического и геодезического	Обучающийся не знает и не понимает программы и программные компоненты в области геоинформационных систем, систем управления базами данных, программные компоненты в области обработки данных систем высокоточного позиционирования, дистанционного зондирования Земли из космоса (гидрометеорологического, картографического и	Обучающийся знает программы и программные компоненты в области геоинформационных систем, систем управления базами данных, программные компоненты в области обработки данных систем высокоточного позиционирования, дистанционного зондирования Земли из космоса (гидрометеорологического, картографического и геодезического	Обучающийся знает и понимает программы и программные компоненты в области геоинформационных систем, систем управления базами данных, программные компоненты в области обработки данных систем высокоточного позиционирования, дистанционного зондирования Земли из космоса (гидрометеорологического, картографического и	Обучающийся знает и понимает программы и программные компоненты в области геоинформационных систем, систем управления базами данных, программные компоненты в области обработки данных систем высокоточного позиционирования, дистанционного зондирования Земли из космоса (гидрометеорологического, картографического и

	обеспечения), спутниковых систем навигации, связи, телекоммуникации и передачи данных (ОПК-3.1);	геодезического обеспечения), спутниковых систем навигации, связи, телекоммуникации и передачи данных	обеспечения), спутниковых систем навигации, связи, телекоммуникации и передачи данных в типовых ситуациях.	геодезического обеспечения), спутниковых систем навигации, связи, телекоммуникации и передачи данных в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	геодезического обеспечения), спутниковых систем навигации, связи, телекоммуникации и передачи данных в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий
	Знает: методы цифровой обработки космических изображений (ОПК-3.1);	Обучающийся не знает и не понимает методы цифровой обработки космических изображений	Обучающийся знает методы цифровой обработки космических изображений в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает методы цифровой обработки космических изображений в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает и понимает методы цифровой обработки космических изображений в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий
	Знает: методы и средства сбора и представления пространственных данных (геоданных) (ОПК-3.1);	Обучающийся не знает и не понимает методы и средства сбора и представления пространственных данных (геоданных)	Обучающийся знает методы и средства сбора и представления пространственных данных (геоданных) в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает методы и средства сбора и представления пространственных данных (геоданных) в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает и понимает методы и средства сбора и представления пространственных данных (геоданных) в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий

Умеет: использовать компьютерные технологии для анализа данных, хранящихся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности (ОПК-3.2);	Обучающийся не умеет использовать компьютерные технологии для анализа данных из государственные информационные системы обеспечения градостроительной деятельности и ДЗЗ.	Обучающийся умеет использовать компьютерные технологии для анализа данных из государственные информационные системы обеспечения градостроительной деятельности и ДЗЗ на посредственном уровне в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет использовать компьютерные технологии для анализа данных из государственные информационные системы обеспечения градостроительной деятельности и ДЗЗ на хорошем уровне в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет использовать компьютерные технологии для анализа данных из государственные информационные системы обеспечения градостроительной деятельности и ДЗЗ на высоком уровне, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
Умеет: использовать методы проведения аудита информационных систем (ОПК-3.2);	Обучающийся не умеет использовать методы проведения аудита информационных систем	Обучающийся не умеет использовать методы проведения аудита информационных систем в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет использовать методы проведения аудита информационных систем в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет использовать методы проведения аудита информационных систем в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий
Умеет: осуществлять выбор поставляемых изделий (программных и технических средств, программно-технических комплексов, информационных изделий) для комплектования элемента инфраструктуры использования РКД в соответствии с проектной	Обучающийся не умеет осуществлять выбор поставляемых изделий (программных и технических средств, программно-технических комплексов, информационных изделий) для комплектования элемента инфраструктуры использования РКД в	Обучающийся умеет осуществлять выбор поставляемых изделий (программных и технических средств, программно-технических комплексов, информационных изделий) для комплектования элемента инфраструктуры использования РКД в	Обучающийся умеет осуществлять выбор поставляемых изделий (программных и технических средств, программно-технических комплексов, информационных изделий) для комплектования элемента инфраструктуры использования РКД в	Обучающийся умеет осуществлять выбор поставляемых изделий (программных и технических средств, программно-технических комплексов, информационных изделий) для комплектования элемента инфраструктуры использования РКД в

	документацией (ОПК-3.2);	соответствии с проектной документацией	соответствии с проектной документацией в типовых ситуациях.	соответствии с проектной документацией в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	соответствии с проектной документацией в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий
	Умеет: использовать комплекс аппаратных и программных средств приема данных ДЗЗ из космоса (ОПК-3.2);	Обучающийся не умеет использовать комплекс аппаратных и программных средств приема данных ДЗЗ из космоса	Обучающийся умеет использовать комплекс аппаратных и программных средств приема данных ДЗЗ из космоса в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет использовать комплекс аппаратных и программных средств приема данных ДЗЗ из космоса в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет использовать комплекс аппаратных и программных средств приема данных ДЗЗ из космоса в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий
	Умеет: подготавливать исходные данные для составления планов космической съемки и документации (ОПК-3.2);	Обучающийся не умеет подготавливать исходные данные для составления планов космической съемки и документации	Обучающийся умеет подготавливать исходные данные для составления планов космической съемки и документации в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет подготавливать исходные данные для составления планов космической съемки и документации в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет подготавливать исходные данные для составления планов космической съемки и документации в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий
	Владеет навыками: анализом исходной информации, хранящейся в государственных	Обучающийся не владеет анализом исходной информации, хранящейся в государственных	Обучающийся владеет навыками анализом исходной информации, хранящейся в	Обучающийся владеет навыками анализом исходной информации, хранящейся в	Обучающийся владеет навыками анализом исходной информации, хранящейся в

	информационных системах обеспечения градостроительной деятельности (ОПК-3.3);	информационных системах обеспечения градостроительной деятельности	государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности в типовых ситуациях.	государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий
	Владеет навыками: аудитом информационных систем заказчика (ОПК-3.3);	Обучающийся не владеет навыками аудита информационных систем заказчика	Обучающийся владеет навыками аудита информационных систем заказчика в типовых ситуациях.	Обучающийся владеет навыками аудита информационных систем заказчика в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся владеет навыками аудита информационных систем заказчика в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий
	Владеет навыками: способностью определять технические требования и подготовкой технического задания на разработку не изготавливаемых серийно изделий для комплектования элемента инфраструктуры использования РКД (ОПК-3.3);	Обучающийся не владеет навыками способностью определять технические требования и подготовкой технического задания на разработку не изготавливаемых серийно изделий для комплектования элемента инфраструктуры использования РКД	Обучающийся владеет навыками способностью определять технические требования и подготовкой технического задания на разработку не изготавливаемых серийно изделий для комплектования элемента инфраструктуры использования РКД в типовых ситуациях.	Обучающийся владеет навыками способностью определять технические требования и подготовкой технического задания на разработку не изготавливаемых серийно изделий для комплектования элемента инфраструктуры использования РКД в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся владеет навыками способностью определять технические требования и подготовкой технического задания на разработку не изготавливаемых серийно изделий для комплектования элемента инфраструктуры использования РКД в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных

					ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий
	Владеет навыками: подготовка к работе средств приема и восстановлению характеристик (первичной обработке) с космических аппаратов (далее - КА) ДЗЗ (ОПК-3.3);	Обучающийся не владеет навыками подготовка к работе средств приема и восстановлению характеристик (первичной обработке) с космических аппаратов (далее - КА) ДЗЗ	Обучающийся владеет навыками подготовка к работе средств приема и восстановлению характеристик (первичной обработке) с космических аппаратов (далее - КА) ДЗЗ в типовых ситуациях.	Обучающийся владеет навыками подготовка к работе средств приема и восстановлению характеристик (первичной обработке) с космических аппаратов (далее - КА) ДЗЗ в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся владеет навыками подготовка к работе средств приема и восстановлению характеристик (первичной обработке) с космических аппаратов (далее - КА) ДЗЗ в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий
	Владеет навыками: подготовкой к работе средств каталогизации и хранения информации с КА ДЗЗ (ОПК-3.3);	Обучающийся не владеет навыками подготовкой к работе средств каталогизации и хранения информации с КА ДЗЗ	Обучающийся владеет навыками подготовкой к работе средств каталогизации и хранения информации с КА ДЗЗ в типовых ситуациях.	Обучающийся владеет навыками подготовкой к работе средств каталогизации и хранения информации с КА ДЗЗ в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся владеет навыками подготовкой к работе средств каталогизации и хранения информации с КА ДЗЗ в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий
	Владеет навыками: приемами первичной обработки и каталогизация исходной информации ДЗЗ (ОПК-3.3);	Обучающийся не владеет навыками приемами первичной обработки и каталогизация исходной информации ДЗЗ	Обучающийся владеет навыками приемами первичной обработки и каталогизация исходной информации ДЗЗ в типовых ситуациях.	Обучающийся владеет навыками приемами первичной обработки и каталогизация исходной информации ДЗЗ в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся владеет навыками приемами первичной обработки и каталогизация исходной информации ДЗЗ в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и

					непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий
ПК-8 Готовностью к разработке алгоритмов, программ и методик решений инженерно-геодезических задач и владением методами математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений	Знает: перспективные средства, методы и программное обеспечение производства и обработки материалов инженерно-геодезических изысканий (ПК-8.1).	Обучающийся не знает и не понимает перспективные средства, методы и программное обеспечение производства и обработки материалов инженерно-геодезических изысканий	Обучающийся знает перспективные средства, методы и программное обеспечение производства и обработки материалов инженерно-геодезических изысканий в типовых ситуациях.	Обучающийся знает и понимает перспективные средства, методы и программное обеспечение производства и обработки материалов инженерно-геодезических изысканий в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает и понимает перспективные средства, методы и программное обеспечение производства и обработки материалов инженерно-геодезических изысканий в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
	Умеет: использовать компьютерные технологии для анализа данных, хранящихся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной и иной деятельности (ПК-8.2).	Обучающийся не умеет использовать компьютерные технологии для анализа данных, хранящихся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной и иной деятельности	Обучающийся умеет использовать компьютерные технологии для анализа данных, хранящихся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной и иной деятельности в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет использовать компьютерные технологии для анализа данных, хранящихся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной и иной деятельности в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет использовать компьютерные технологии для анализа данных, хранящихся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной и иной деятельности в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
	Владеет навыками: современными компьютерными	Обучающийся не владеет навыками современными компьютерными	Обучающийся владеет современными компьютерными	Обучающийся владеет современными компьютерными	Обучающийся владеет современными компьютерными

	технологиями планирования и выполнения инженерно-геодезических изысканий (ПК-8.3).	технологиями планирования и выполнения инженерно-геодезических изысканий	технологиями планирования и выполнения инженерно-геодезических изысканий в типовых ситуациях.	технологиями планирования и выполнения инженерно-геодезических изысканий в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	технологиями планирования и выполнения инженерно-геодезических изысканий в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
--	--	--	---	--	--

1.2.3. Шкала оценивания

Уровень достижений	Отметка в 5-бальной шкале	Зачтено/ не зачтено
высокий	«5»(отлично)	зачтено
продвинутый	«4»(хорошо)	зачтено
пороговый	«3»(удовлетворительно)	зачтено
ниже порогового	«2»(неудовлетворительно)	не зачтено

2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:

2.1. Экзамен

а) типовые вопросы к экзамену (Приложение 1);

б) критерии оценивания

При оценке знаний на экзамене учитывается уровень сформированности компетенций и умение излагать материал.

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания.
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный характер.
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Неполно раскрываются причинно-следственные связи. Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами.
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво. Не раскрываются причинно-следственные связи. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют.
5	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6	Не зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

2.2. Контрольная работа

а) типовые задания к контрольной работе (Приложение 2);

б) критерии оценивания.

Выполняется в письменной форме. При оценке работы студента учитывается:

1. Правильное решение задач.
2. Самостоятельность суждений, творческий подход, научное обоснование раскрываемой проблемы.
3. Правильность использования цитат (если цитата приводится дословно, то надо взять ее в кавычки и указать источник с указанием фамилии автора, названия произведения, места и города издания, тома, части, параграфа, страницы).
4. Наличие в конце работы полного списка литературы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Студент выполнил работу без ошибок и недочетов. Теоретические вопросы раскрыты полно и глубоко. Практические задания выполнены верно, все расчеты обоснованы, выводы аргументированы.
2	Хорошо	Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов
3	Удовлетворительно	Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает материал, допускает искажение фактов
4	Неудовлетворительно	Студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы
5	Зачтено	Выполнено правильно не менее 50% заданий, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, самостоятельно выполнена графическая часть работы
6	Не зачтено	Студент не справился с заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач, в выполнении графической части задания и т.д., а также выполнена не самостоятельно.

2.3. Тест

- а) типовые вопросы к входному тестированию (Приложение 3);
- б) типовые вопросы к итоговому тестированию (Приложение 4);
- в) критерии оценивания

При оценке знаний по результатам тестов учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов теста.
2	Хорошо	даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов теста.
3	Удовлетворительно	даны правильные ответы не менее чем на 50% вопросов теста.
4	Неудовлетворительно	студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».
5	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6	Не зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

2.4. Защита лабораторной работы

а) типовые задания к защите лабораторной работы (Приложение 5)

б) критерии оценивания

При оценке знаний на защите лабораторной работы учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, правильно демонстрирует методику исследования/измерения, правильно оценивает результат.
2	Хорошо	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, допускает единичные ошибки в демонстрации методики исследования/измерения и оценке его результатов.
3	Удовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, но при этом дает правильное название прибора. Допускает множественные ошибки.
4	Неудовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, дает неправильное название прибора. Не может продемонстрировать методику исследования/измерения.

3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине регламентируется локальным нормативным актом.

Перечень и характеристика процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды выставляемых оценок	Форма учета
1	Экзамен	Раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	По пятибалльной шкале	Ведомость, зачетная книжка, портфолио
2	Защита лабораторной работы	Систематически на занятиях	зачтено/не зачтено	Лабораторная тетрадь, журнал успеваемости преподавателя
3	Контрольная работа	Раз в семестр	По пятибалльной шкале	Тетрадь для контрольных работ, журнал успеваемости преподавателя
4	Тест	Входное тестирование в начале изучения дисциплины. Итоговое тестирование раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	зачтено/незачтено	Лист результатов из кабинета тестирования, журнал успеваемости преподавателя

**Типовые вопросы к экзамену
по дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных»**

Знать - ОПК-3.1, ПК-8.1

1. Классификация видов моделирования. Системный анализ и моделирование.
2. История развития понятия модели. Свойства и типы моделей.
3. Модели систем. Математика в прикладных исследованиях.
4. Метод статистического моделирования.
5. Моделирование случайных величин. Случайная величина.
6. Моделирование равномерно распределенных случайных величин.
7. Моделирование случайных величин, принимающих конечный набор значений.
8. Моделирование нормально распределенных случайных величин.
9. Пример использования метода статистического моделирования при создании моделей геодезических построений.
10. Аппроксимация. Лагранжева интерполяция.
11. Математическое моделирование с использованием метода наименьших квадратов.
12. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация линейной функцией.
13. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
14. Постановка задачи аппроксимации функции. Выбор вида эмпирической формулы.
15. Содержание государственных информационных систем обеспечения градостроительной деятельности.
16. Программы и программные компоненты в области геоинформационных систем.
17. Системы управления базами данных (СУБД) в геоинформатике.
18. Программные компоненты в области обработки данных систем высокоточного позиционирования.
19. Методы цифровой обработки космических изображений.
20. Средства сбора и представления пространственных данных (геоданных).
21. Аналитические модели локальных гравитационных полей.
22. Конечно-элементная аппроксимация гравитирующего влияния форм рельефа.
23. Конечно-элементная аппроксимация гравитационного влияния конуса.
24. Учет гравитационного влияния на результаты геодезических измерений.
25. Модель локально-однородной деформации.
26. Тензоры деформации.
27. Методика определения компонент плоской деформации.
28. Характеристики плоской деформации.
29. Картосхемы деформации.
30. Непараметрический подход к структурному моделированию.
31. Структурное моделирование геодинамических систем с позиций системного подхода.
32. Метод структурной идентификации геодинамических систем на основе кластерного анализа.

- 33. Перспективные средства производства и обработки материалов инженерно-геодезических изысканий.
- 34. Перспективные методы обработки материалов инженерно-геодезических изысканий.
- 35. Программное обеспечение для обработки материалов инженерно-геодезических изысканий.

**Типовые задания к контрольной работе
по дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных»**

Знать: ОПК-3.1, ПК-8.1

Раздел 1. Основные понятия математического моделирования с позиции теории систем

1. Классификация видов моделирования. Системный анализ и моделирование.
2. История развития понятия модели. Свойства и типы моделей.
3. Модели систем. Математика в прикладных исследованиях.

Знать: ОПК-3.1

Раздел 2. Статистическое моделирование

4. Метод статистического моделирования. Случайная величина.
5. Моделирование равномерно распределенных случайных величин.
6. Моделирование случайных величин, принимающих конечный набор значений.
7. Моделирование нормально распределенных случайных величин.
8. Пример использования метода статистического моделирования при создании моделей геодезических построений.

Знать: ПК-8.1

Раздел 3. Построение математических моделей по экспериментальным данным

9. Аппроксимация. Лагранжева интерполяция.
10. Математическое моделирование с использованием метода наименьших квадратов.
11. Аппроксимация линейной функцией.
12. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
13. Постановка задачи аппроксимации функции. Выбор вида эмпирической формулы.

Знать: ОПК-3.1

Раздел 4. Модели гравитационного влияния рельефа

14. Аналитические модели локальных гравитационных полей.
15. Конечно-элементная аппроксимация гравитирующего влияния форм рельефа.
16. Конечно-элементная аппроксимация гравитационного влияния конуса.
17. Учет гравитационного влияния на результаты геодезических измерений.

Знать: ПК-8.1

Раздел 5. Моделирование геодинамических систем

18. Модель локально-однородной деформации. Тензоры деформации.
19. Методика определения компонент плоской деформации. Характеристики плоской деформации.
20. Картограммы деформации.
21. Непараметрический подход к структурному моделированию.
22. Структурное моделирование геодинамических систем с позиций системного подхода.
23. Метод структурной идентификации геодинамических систем на основе кластерного анализа.

Уметь – ОПК-3.2

Этап 1. Статистическое моделирование случайных величин

Сгенерировать выборку из 200 случайных чисел, распределенных по нормальному закону с заданными параметрами μ и σ . Построить гистограмму с 15 интервалами, наложить теоретическую кривую нормального распределения. Вычислить выборочное среднее и выборочную дисперсию, сравнить с заданными параметрами.

Уметь – ПК-8.2

Этап 2. Интерполяция и аппроксимация геопространственных данных

По заданной таблице экспериментальных значений:

1. Построить интерполяционный полином Лагранжа и вычислить значение функции в заданной точке.
2. Выполнить аппроксимацию методом наименьших квадратов (линейная функция и полином второй степени).
3. Рассчитать коэффициент детерминации R^2 и среднеквадратичную погрешность RMS для каждого типа аппроксимации.
4. Построить график с исходными точками и аппроксимирующими кривыми, сделать вывод о качестве аппроксимации.

ОПК-3.2, ОПК-3.3

Этап 3. Моделирование гравитационного влияния рельефа

По заданной матрице высот размером 8×8 точек с шагом 100 м:

1. Рассчитать гравитационное влияние каждой ячейки рельефа на пункт наблюдения, расположенный в центре сетки, по формуле:

$$\Delta g = G \cdot \rho \cdot \Delta V \cdot (z_{\text{пункта}} - z_{\text{ячейки}}) / r^3$$

где $G = 6.674 \cdot 10^{-11}$ — гравитационная постоянная; $\rho = 2670 \text{ кг/м}^3$ — средняя плотность горных пород; $\Delta V = 100 \cdot 100 \cdot \Delta h$ — объем ячейки; r — расстояние от центра ячейки до пункта наблюдения.

2. Вычислить суммарное гравитационное влияние всего рельефа.
3. Построить карту-схему гравитационных поправок.
4. Оценить влияние гравитационных поправок на результаты нивелирования (в мм на 1 км).

ПК-8.2, ПК-8.3

Этап 4. Построение модели локально-однородной деформации

По данным о координатах 6 пунктов геодезической сети и их горизонтальных смещениях за период наблюдений:

1. Определить параметры модели локально-однородной деформации методом наименьших квадратов (матричный подход):

$$u = u_0 + \varepsilon_{11} \cdot X + \varepsilon_{12} \cdot Y + \omega \cdot Y$$

$$v = v_0 + \varepsilon_{21} \cdot X + \varepsilon_{22} \cdot Y - \omega \cdot X$$

2. Вычислить компоненты тензора деформации для центра сети.
3. Рассчитать характеристики плоской деформации: относительное удлинение по осям X и Y (ε_{11} , ε_{22}), сдвиг ($\gamma = 2 \cdot \varepsilon_{12}$), дилатацию ($\theta = \varepsilon_{11} + \varepsilon_{22}$).

4. Построить картосхему деформации в виде эллипсов деформации.

Владеть навыками – ОПК-3.3, ПК-8.3

Этап 5. Итоговый анализ и выводы

1. Сравнить результаты интерполяции и аппроксимации, полученные на этапе 2; обосновать выбор наиболее точного метода для построения цифровых моделей рельефа.
2. Проанализировать влияние гравитационных поправок на точность геодезических измерений; сформулировать рекомендации по их учету в инженерно-геодезических изысканиях.
3. Оценить характер деформаций на исследуемом участке по результатам этапа 4 и сформулировать выводы о геодинамических процессах.

**Типовые вопросы к входному тестированию
по дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных»**

1. Что такое математическая модель?
 - a) Физическая копия объекта
 - b) Описание объекта на математическом языке
 - c) Графическое изображение объекта
 - d) Словесное описание объекта
2. Какая из перечисленных функций относится к математическому моделированию?
 - a) Сбор данных
 - b) Обработка и анализ данных
 - c) Визуализация данных
 - d) Все перечисленные
3. Что такое интерполяция?
 - a) Приближение функции
 - b) Восстановление значений функции между известными точками
 - c) Сглаживание данных
 - d) Усреднение данных
4. Метод наименьших квадратов используется для:
 - a) Интерполяции данных
 - b) Аппроксимации данных
 - c) Классификации данных
 - d) Визуализации данных
5. Что такое геопространственные данные?
 - a) Данные о температуре
 - b) Данные, имеющие пространственную привязку
 - c) Данные о населении
 - d) Данные о ценах

Типовые вопросы к итоговому тестированию
по дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных»
Знать — ОПК-3.1, ПК-8.1

1. ГИСОГД — это:
 - a) Государственная информационная система обеспечения градостроительной деятельности
 - b) Географическая информационная система обработки геодезических данных
 - c) Глобальная информационная система обработки геодезических данных
 - d) Государственная информационная система отраслевого геодезического дела
2. Какой метод интерполяции чаще всего используется для создания ЦМР?
 - a) Кригинг
 - b) Метод обратных расстояний
 - c) Триангуляция Делоне
 - d) Сплайн-интерполяция
3. Что является результатом первичной обработки данных ДЗЗ?
 - a) Готовая топографическая карта
 - b) Восстановленные характеристики изображения (калибровка, радиометрическая и геометрическая коррекция)
 - c) Классифицированное изображение
 - d) Трехмерная модель местности
4. Для чего используется метод наименьших квадратов в математическом моделировании?
 - a) Для построения ЦМР
 - b) Для аппроксимации экспериментальных данных
 - c) Для классификации изображений
 - d) Для визуализации данных
5. Что такое триангуляция Делоне?
 - a) Метод построения сети треугольников
 - b) Метод интерполяции
 - c) Метод сглаживания
 - d) Метод классификации
6. Какие задачи решаются с использованием ГИСОГД?
 - a) Учет и регистрация объектов градостроительной деятельности
 - b) Обработка космических снимков
 - c) Построение математических моделей
 - d) Визуализация данных
7. Что такое база геоданных?
 - a) Структурированное хранилище пространственных данных
 - b) Набор несвязанных файлов
 - c) Программа для обработки данных
 - d) Графическое изображение

8. Какие форматы пространственных данных вы знаете?
- a) Shapefile, GeoJSON, GeoTIFF
 - b) DOC, PDF, TXT
 - c) JPG, PNG, BMP
 - d) MP3, WAV, AVI
9. Что такое спутниковая навигация?
- a) Определение координат с помощью спутниковых систем
 - b) Навигация по карте
 - c) Ориентирование по компасу
 - d) Определение высоты
10. Какие методы используются для обработки данных ДЗЗ?
- a) Радиометрическая и геометрическая коррекция, классификация
 - b) Только визуальный анализ
 - c) Только статистическая обработка
 - d) Только математическое моделирование
11. Что такое радиометрическая коррекция?
- a) Устранение искажений яркости изображения
 - b) Исправление геометрических искажений
 - c) Повышение контрастности
 - d) Изменение цветовой гаммы
12. Что такое геометрическая коррекция?
- a) Устранение искажений геометрии изображения
 - b) Изменение размера изображения
 - c) Поворот изображения
 - d) Обрезка изображения
13. Какие источники геопространственных данных существуют?
- a) Спутниковые системы, наземные съемки, аэрофотосъемка
 - b) Только спутниковые системы
 - c) Только наземные съемки
 - d) Только аэрофотосъемка
14. Что такое открытые данные ДЗЗ?
- a) Данные, доступные для бесплатного использования
 - b) Данные, требующие специального разрешения
 - c) Данные, защищенные авторским правом
 - d) Данные, находящиеся в платном доступе
15. Какие требования предъявляются к геопространственным данным?
- a) Точность, достоверность, актуальность
 - b) Только точность
 - c) Только актуальность
 - d) Только достоверность

Знать — ПК-8.1

16. Какое ПО используется для математического моделирования?
- a) Mathcad
 - b) Excel
 - c) Word
 - d) PowerPoint
17. Что такое цифровая модель рельефа (ЦМР)?
- a) Трехмерная модель местности
 - b) Математическое представление рельефа в цифровой форме
 - c) Фотографическое изображение местности
 - d) Топографическая карта
18. Какой метод используется для оценки точности математической модели?
- a) Анализ остатков
 - b) Визуальный анализ
 - c) Экспертная оценка
 - d) Сравнение с эталоном
19. Что такое структурное моделирование?
- a) Моделирование структуры объекта
 - b) Моделирование поведения объекта
 - c) Моделирование внешнего вида
 - d) Моделирование цвета
20. Какие данные используются для построения модели локально-однородной деформации?
- a) Данные о горизонтальных смещениях земной поверхности
 - b) Данные о температуре
 - c) Данные о населении
 - d) Данные о ценах
21. Какие методы структурного моделирования вы знаете?
- a) Кластерный анализ, метод конечных элементов
 - b) Только метод конечных элементов
 - c) Только кластерный анализ
 - d) Только регрессионный анализ
22. Что такое кластерный анализ?
- a) Метод группировки объектов по сходству
 - b) Метод классификации объектов
 - c) Метод прогнозирования
 - d) Метод интерполяции
23. Как используется метод конечных элементов в геодезии?

- a) Для моделирования деформаций земной поверхности
- b) Для построения карт
- c) Для обработки изображений
- d) Для сбора данных

24. Какие современные технологии используются в инженерно-геодезических изысканиях?

- a) ГНСС, лазерное сканирование, беспилотные летательные аппараты
- b) Только ГНСС
- c) Только лазерное сканирование
- d) Только беспилотные летательные аппараты

25. Что такое ГНСС и как она используется в геодезии?

- a) Глобальная навигационная спутниковая система для определения координат
- b) Система для обработки изображений
- c) Программа для моделирования
- d) Метод интерполяции

26. Какие методы интерполяции существуют?

- a) Метод обратных расстояний, кригинг, сплайн-интерполяция
- b) Только метод обратных расстояний
- c) Только кригинг
- d) Только сплайн-интерполяция

27. Что такое сплайн-интерполяция?

- a) Интерполяция с использованием кусочно-полиномиальных функций
- b) Интерполяция по формуле Лагранжа
- c) Интерполяция по формуле Ньютона
- d) Интерполяция по формуле Бесселя

28. Как оценивается точность модели?

- a) Сравнением с эталонными данными
- b) Визуальным анализом
- c) Экспертной оценкой
- d) Теоретическим расчетом

29. Что такое дисперсионный анализ?

- a) Статистический метод оценки влияния факторов
- b) Метод построения графиков
- c) Метод классификации
- d) Метод интерполяции

30. Какие программные продукты используются для математического моделирования?

- a) Mathcad, MATLAB, Python (NumPy, SciPy)

- b) Только Mathcad
- c) Только MATLAB
- d) Только Python

Ключи к тесту:

№	Ключ	№	Ключ	№	Ключ
1	a	11	a	21	a
2	d	12	a	22	a
3	b	13	a	23	a
4	b	14	a	24	a
5	b	15	a	25	a
6	a	16	a	26	a
7	a	17	b	27	a
8	a	18	a	28	a
9	a	19	a	29	a
10	a	20	a	30	a

**Типовые задания к защите лабораторной работы
по дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных»**

Уметь — ОПК-3.2, ПК-8.2; Владеть навыками: ОПК-3.3, ПК-8.3

Лабораторная работа №1. «Исследование возможностей применения программного пакета Mathcad для математического моделирования»

Цель работы: Освоить базовые возможности пакета Mathcad Prime для выполнения математических расчетов и построения графиков.

Задание:

1. Создать новый документ Mathcad Prime (формат .mcdx).
2. Вычислить значение выражения с точностью до 4 знаков после запятой:
$$A = (15.7^2 + 3.14159)/(\sin(\pi/2) + \exp(0.3)) + \log(100)$$
3. Решить квадратное уравнение: $2.5 \cdot x^2 - 7 \cdot x + 3 = 0$. Найти оба корня с помощью встроенной функции polyroots.
4. Построить график функции $f(x) = x^2 \cdot \exp(-0.5 \cdot x)$ на интервале $x \in [-1; 6]$. Оформить график: подписи осей, заголовок, сетка.
5. Вычислить определенный интеграл:
$$\int_{(0 \text{ до } 2)} (3 \cdot t^2 + 2 \cdot t + 1) dt$$

двумя способами:
 - аналитически (вручную);
 - с помощью встроенной функции integrate.
6. Сохранить файл с именем LR1_Фамилия_Группа.mcdx.

Исходные данные: Варианты заданий (варьируются коэффициенты квадратного уравнения и вид функции, выдаются преподавателем).

Требования к отчету:

- Титульный лист.
- Скриншоты всех выполненных расчетов.
- Вывод по работе.

**Лабораторная работа №2. «Интерполяция и предсказание.
Моделирование случайных величин»**

Знать: ОПК-3.1, Уметь: ОПК-3.2

Цель работы: Освоить методы интерполяции и моделирования случайных величин для обработки геодезических данных.

Задание:

1. Задана таблица экспериментальных значений:

x	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
y	1.0	1.65	2.72	4.48	7.39	12.18	20.09

2. Построить интерполяционный полином Лагранжа для этих точек.
3. Вычислить значение функции в точке $x = 1.75$:
- методом Лагранжа (формула вручную);
 - методом кубической сплайн-интерполяции (с помощью встроенной функции `interp` в Mathcad).
4. Сравнить полученные значения. Объяснить расхождение (если оно есть).
5. Сгенерировать выборку из 200 случайных чисел, распределенных по нормальному закону с параметрами:
- математическое ожидание $\mu = 50$;
 - среднеквадратичное отклонение $\sigma = 8$.
- Использовать встроенную функцию `norm`.
6. Построить гистограмму полученной выборки с 15 интервалами. Наложить на гистограмму теоретическую кривую нормального распределения.
7. Вычислить выборочное среднее и выборочную дисперсию сгенерированной выборки.
8. Сравнить полученные статистические характеристики с заданными параметрами распределения.

Исходные данные: Для каждого варианта таблица значений отличается (коэффициенты функции). Вариант выдаётся преподавателем.

Требования к отчету:

- Титульный лист;
- Все расчеты в Mathcad;
- Графики с подписями;
- Сравнительная таблица результатов интерполяции;
- Вывод о точности методов.

Лабораторная работа № 3. «Математическая обработка результатов экспериментальных данных. Аппроксимация методом наименьших квадратов»

Знать: ПК-3.1, Уметь: 3.2.

Цель работы: Освоить метод наименьших квадратов для аппроксимации экспериментальных данных и оценки точности модели.

Задание:

1. Задана таблица экспериментальных данных (результаты нивелирования):

№ точки	x (км)	h (превышение, м)
1	0.0	0.000
2	0.5	2.456
3	1.0	4.912
4	1.5	7.368
5	2.0	9.824
6	2.5	12.280
7	3.0	14.736
8	3.5	17.192
9	4.0	19.648

2. Построить аппроксимирующую функцию методом наименьших квадратов в виде:

- а) линейной функции $h = a \cdot x + b$;
- б) полинома второй степени $h = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$;
- в) полинома третьей степени $h = a \cdot x^3 + b \cdot x^2 + c \cdot x + d$.

3. Использовать встроенные функции Mathcad:

- **regress** для построения полиномиальной регрессии;
- **interp** для получения значений аппроксимирующей функции.

4. Для каждого типа аппроксимации вычислить:

- коэффициенты функции;
- значение критерия R^2 (коэффициент детерминации);
- среднеквадратичную погрешность $RMS = \sqrt{(\sum (y_i - y_{\text{анпр}})^2 / n)}$.

5. Построить на одном графике:

- исходные экспериментальные точки;
- линейную аппроксимацию;
- полиномиальную аппроксимацию 2-й степени;
- полиномиальную аппроксимацию 3-й степени.

6. Сделать вывод о качестве аппроксимации для каждого типа функции. Определить, какая функция лучше описывает экспериментальные данные.

Исходные данные: Для каждого варианта таблица значений отличается. Вариант выдаётся преподавателем. Варианты различаются коэффициентами аппроксимируемой зависимости и количеством точек.

Требования к отчету:

- Титульный лист;

- Все расчеты в Mathcad;
- Сводная таблица результатов (коэффициенты, R^2 , RMS);
- График с тремя аппроксимирующими кривыми;
- Обоснованный вывод о качестве аппроксимации.

Лабораторная работа № 4. «Математическая обработка результатов экспериментальных данных. Учет гравитационного влияния рельефа»

Уметь: ОПК-3.2, Иметь навыки: ОПК-3.3

Цель работы: Выполнить обработку геодезических данных с учетом гравитационного влияния рельефа. Построить модель гравитационного поля.

Задание:

1. Дана цифровая модель рельефа в виде матрицы высот $H(x, y)$ размером 8×8 точек с шагом 100 м:

$y \backslash x$	0	100	200	300	400	500	600	700
700	45	48	52	58	63	67	70	72
600	42	45	50	55	60	65	68	70
500	38	41	46	52	57	62	65	67
400	35	38	43	48	53	58	61	63
300	32	35	40	45	50	55	58	60
200	30	32	37	42	47	52	55	57
100	28	30	35	40	45	50	53	55
0	25	28	33	38	43	48	51	53

2. Пункт наблюдения расположен в центре сетки (координаты $x=350$ м, $y=350$ м).
3. Используя формулу для гравитационного притяжения усеченного конуса (или другой элементарной массы), рассчитать влияние каждой ячейки рельефа на пункт наблюдения. Формула для элементарного объема:

$$\Delta g = G * \rho * \Delta V * (z_{\text{пункта}} - z_{\text{ячейки}}) / r^3$$

где:

- $G = 6.674 * 10^{-11}$ — гравитационная постоянная;
 - $\rho = 2670$ кг/м³ — средняя плотность горных пород;
 - $\Delta V = 100 * 100 * \Delta h$ — объем ячейки;
 - r — расстояние от центра ячейки до пункта наблюдения;
 - $z_{\text{пункта}} = 0$ (уровень пункта наблюдения).
4. Вычислить суммарное гравитационное влияние всего рельефа.
5. Построить карту-схему гравитационных поправок для данного района. Использовать встроенную функцию contour в Mathcad или ГИС-пакет.
6. Оценить, как изменятся результаты нивелирования с учетом этих поправок (в мм на 1 км).

Исходные данные: Матрица высот для каждого варианта отличается. Вариант выдаётся преподавателем.

Требования к отчету:

- Титульный лист;

- Все расчеты в Mathcad;
- Карта-схема гравитационных поправок;
- Вывод о величине поправок и их влиянии на результаты нивелирования.

Лабораторная работа № 5

«Построение модели локально-однородной деформации по данным о горизонтальных смещениях земной поверхности»

Знать: ПК-8.1, Уметь: ПК-8.1., ПК-8.3

Цель работы: Построить модель локально-однородной деформации по данным о горизонтальных смещениях земной поверхности, вычислить компоненты тензора деформации и построить картосхему.

Задание:

1. Даны координаты 6 пунктов геодезической сети и их смещения за период наблюдений (в метрах):

Пункт	X_0 (м)	Y_0 (м)	u (м)	v (м)
A	0	0	0.008	0.003
B	200	0	0.012	-0.005
C	0	200	0.003	0.010
D	200	200	0.010	0.008
E	100	100	0.009	0.006
F	300	150	0.011	0.002

2. где u и v — смещения по осям X и Y соответственно.

3. Модель локально-однородной деформации описывается уравнениями:

$$u = u_0 + \varepsilon_{11} * X + \varepsilon_{12} * Y + \omega * Y$$

$$v = v_0 + \varepsilon_{21} * X + \varepsilon_{22} * Y - \omega * X$$

где:

- u_0, v_0 — компоненты поступательного смещения;
- $\varepsilon_{11}, \varepsilon_{22}$ — нормальные деформации;
- $\varepsilon_{12} = \varepsilon_{21}$ — сдвиговая деформация;
- ω — угол поворота.

4. Определить параметры модели методом наименьших квадратов (использовать матричный подход).

5. Вычислить компоненты тензора деформации для центра сети ($x=100, y=100$).

6. Рассчитать характеристики плоской деформации:

- относительное удлинение по оси X : ε_{11} ;
- относительное удлинение по оси Y : ε_{22} ;
- сдвиг: $\gamma = 2 * \varepsilon_{12}$;
- дилатация (относительное изменение площади): $\theta = \varepsilon_{11} + \varepsilon_{22}$;
- максимальное сдвиговое напряжение.

7. Построить картосхему деформации в виде эллипсов деформации для данного участка.

Исходные данные: Координаты пунктов и их смещения для каждого варианта отличаются. Вариант выдаётся преподавателем.

Требования к отчету:

- Титульный лист;
- Все расчеты в Mathcad или Python;
- Таблица параметров модели;
- Картосхема деформации;
- Вывод о характере деформаций на участке.

Лабораторная работа № 6 «Визуализация и анализ геопространственных данных с использованием ГИС-пакетов»

Уметь: ПК-8.2, Владеть навыками: ПК-8.3

Цель работы: Выполнить импорт, визуализацию и пространственный анализ геопространственных данных с использованием ГИС-пакета MapInfo Pro.

Задание:

1. Скачать файл с данными для лабораторной работы.
 - points_data.csv — координаты точек и значения высот;
 - roads_data.shp — дорожная сеть района.
- В ГИС-пакете MapInfo Pro создать новый проект.
2. Импортировать данные из points_data.csv (координаты X, Y и значение высоты Z). Настроить систему координат (СК-42 или WGS-84).
3. Создать по этим данным цифровую модель рельефа (ЦМР):
 - методом триангуляции Делоне;
 - с шагом сетки 50 м.
4. Построить тематические карты:
 - карту изолиний с шагом 10 м;
 - карту высот (растровую) с цветовой шкалой от зеленого (низ) до коричневого (высокий).
5. Выполнить классификацию высот на 4 класса (0–25 м, 25–50 м, 50–75 м, 75–100 м). Создать тематическую карту с классификацией.
6. Импортировать слой дорог (roads_data.shp). Выполнить пространственный запрос: выбрать все точки, расположенные на расстоянии менее 50 м от дорог.
7. Создать новый слой с выбранными точками и построить для них отдельную карту.
8. Вычислить среднюю высоту точек, расположенных рядом с дорогами.

Исходные данные: Данные в файлах points_data.csv и roads_data.shp для каждого варианта отличаются.

Требования к отчету:

- Титульный лист;
- Скриншоты всех этапов работы;
- Финальные карты (изолинии, высот, классификации);
- Результаты пространственного запроса;
- Вывод о характере рельефа и его связи с дорожной сетью.

Лабораторная работа № 7. «Обработка спутниковых данных с использованием специализированного программного обеспечения»

Уметь: ОПК-3.2, Иметь навыки: ОПК-3.3, ПК-8.2

Цель работы: Выполнить обработку спутниковых данных (радиометрическая и геометрическая коррекция, классификация). Построить карту землепользования.

Задание:

1. Загрузить мультиспектральный космический снимок района (предоставляется преподавателем в формате GeoTIFF).

Характеристики снимка:

- Источник: Sentinel-2 или Landsat-8;
- Количество каналов: 7 (B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8);
- Пространственное разрешение: 10–20 м.

2. В программе (CREDO или MapInfo Pro) выполнить радиометрическую коррекцию снимка:

- перевод значений DN в коэффициенты отражения;
- коррекция атмосферных искажений (удаление эффекта дымки);
- нормализация яркости.

3. Выполнить геометрическую коррекцию (привязку снимка к координатной сетке):

- Использовать опорные точки (не менее 6);
- Метод трансформации: полином 1-й или 2-й степени;
- Оценить точность привязки (RMS).

4. Выполнить классификацию снимка методом максимального правдоподобия (Supervised Classification):

- Выделить 4 класса: «Лес», «Вода», «Застроенные территории», «Открытые пространства»;
- Для каждого класса выбрать не менее 5 эталонных участков.

5. Построить карту землепользования на основе результатов классификации.

6. Оценить точность классификации:

- Построить матрицу ошибок (Confusion Matrix);
- Вычислить общую точность (Overall Accuracy);
- Вычислить коэффициент Карра.

7. Создать тематическую карту с отображением классов и легендой.

Исходные данные: Мультиспектральные космические снимки (Sentinel-2 или Landsat-8) в формате GeoTIFF для каждого варианта отличаются (разные районы).

Требования к отчету:

- Титульный лист;
- Скриншоты этапов обработки (до и после коррекции);
- Карта землепользования;
- Матрица ошибок и показатели точности;
- Вывод о качестве классификации и применимости результатов.