

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 20 » июня 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Математическое моделирование геопространственных данных  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** специалитет  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 21.05.01 Прикладная геодезия  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Инженерная геодезия (СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель - изучение и освоение математических моделей и методов, необходимых для работы с автоматизированными системами топографо-геодезического обеспечения и освоение программного обеспечения ЭВМ.

Задачи:

- формирование знаний о базовых математических понятиях и основных методах решения стандартных задач, возникающих при освоении специальных дисциплин и в практике работы инженера – геодезиста;
- формирование умений к составлению моделей местности и других геопространственных объектов с доведением решения до практически приемлемого результата;
- формирование владений к освоению геоинформационных систем и другого программного обеспечения по дисциплине.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- цифровые модели рельефа и объектов местности, системы координат;
- математические методы моделирования геодезических данных с использованием специализированного программного обеспечения;
- физические поля, с обработкой и моделированием которых связана специальность.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает методологию создания тематических карт, методы и средства представления геоданных математическими и физическими методами,	Знает теорию и методологию создания тематических информационных продуктов и оказания услуг на основе использования ДДЗ, основы фотограмметрии, методы цифровой обработки космических изображений и сигналов, основы проектирования структур баз данных, основы проектирования и эксплуатации геоинформационных систем, методы и средства сбора и представления геоданных, основы геоинформационных систем и технологий, основы 3D – моделирования математическими и физическими методами на основе данных ДЗЗ	Зачет
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет создавать трехмерные модели рельефа участков поверхности Земли, использовать геоинформационные технологии при моделировании в картографическом обеспечении планов и карт.	Умеет создавать трехмерные модели физической поверхности Земли, территорий, городов и инженерных сооружений; изучать динамику изменения поверхности Земли геодезическими методами и средствами дистанционного зондирования; использовать материалы дистанционного зондирования и геоинформационные технологии при моделировании и интерпретации результатов дешифрирования; осуществлять контроль качества результатов работников в сфере оказания космических услуг на основе	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			использования данных ДДЗ, имеющих меньший практический опыт; технологические процессы получения наземной и аэрокосмической геопространственной информации о состоянии окружающей среды; выполнять работы по картографическому обеспечению кадастра территорий и землеустройства, созданию оригиналов кадастровых карт и планов.	
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет навыками выполнения комплекса операций по созданию тематических информационных продуктов.	Владеет навыками выполнения комплекса операций по созданию тематических информационных продуктов и оказанию услуг на основе использования данных ДЗЗ; технологического сопровождения комплекса операций по созданию тематических информационных продуктов и оказанию космических услуг на основе использования данных ДЗЗ.	Защита лабораторной работы
ПК-3.1	ИД-1ПК-3.1	Знает программное обеспечение для построения и анализа моделей рельефа в геодезической отрасли.	Знает современное программное обеспечение для различных направлений геодезической отрасли	Защита лабораторной работы
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.1	Умеет применять изучаемые программные средства для камеральной обработки данных.	Умеет применять автоматизированные средства для камеральной обработки данных; применять руководства пользователя при работе с автоматизированными средствами	Защита лабораторной работы
ПК-3.1	ИД-3ПК-3.1	Владеет навыками работы в специализированном программном	Владеет навыками работы в специализированном программном обеспечении для отрисовки, обработки,	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		обеспечении для создания моделей (ПО Surfer)	оценки, уравнивания и проектирования	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	66	66	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)	44	44	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	78	78	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
9-й семестр				
Моделирование планов и карт. Основные понятия теории математического моделирования.	1	4	0	4
Предмет курса и его связь с дисциплинами подготовки инженеров специальности Прикладная геодезия. Моделирование как метод научного познания. Классификация математических моделей. Анализ сложных систем разделением целого на части. Форма и принципы представления математической модели				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Особенности моделирования геопространственных данных.	3	4	0	20
Геопространство как объект исследований. Понятие географического объекта. Геодезические основы пространственных данных. ГИС как интегрированная информационная система. Декомпозиции исходных географических данных с последующим синтезом общего модельного решения. Классификации картографических объектов и цифровые классификаторы. Способы представления и структура пространственных данных в ГИС. Модели рельефа и модели ситуации на примере ГИС «MapInfo».				
Объекты геопространства.	4	8	0	0
Элементарные геометрические объекты на плоскости и в трёхмерном пространстве: точка, прямая, отрезок прямой, окружность, дуга, полигон. сложные объекты: мультиточка, маршруты, архипеллаг, коллекция. Объекты геопространства в трёхмерном пространстве: элементарные объекты, поверхности (тины и гриды), объёмные тела. Методы 3d моделирования. Каркасная и блочная модели				
Карта как одна из моделей действительности. Моделирование планов и карт.	3	8	0	6
Представление планов и карт на основе теории множеств. Цифровые модели ситуации и цифровые модели рельефа. Картографические проекции как математические модели. Модели геопространственных данных. Растровая модель данных. Векторная модель. Сетевые модели. Топологические отношения в моделях. Последовательность разработки и машинной реализации моделей систем.				
Модели поверхностей	7	6	0	28
Описание рельефа поверхности Земли: геоморфологический, топографический, ландшафтный, геодинамический подходы. Модели поверхности Земли, их представление и картографирование. Классификация поверхностей по плотности данных, по степени доступа. Методы аппроксимации и интерполяции для описания поверхности (на примере ГИС «MapInfo» и ПО "Surfer"). Исследование анизотропии. Основные функции цифрового моделирования рельефа (расчет морфометрических показателей: углов наклона (уклонов) и экспозиций склонов; оценка формы склонов через кривизну их поперечного и продольного сечений				
Регрессионные модели зависимостей	0	4	0	0

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
пространственных переменных. Анализ случайных полей. Временные ряды.				
Регрессионный анализ. Линейная и нелинейная регрессия. Описание и модели случайных процессов и их основные характеристики. Стационарность случайных функций. Корреляционная функция, спектральная плотность стационарного случайного процесса.				
Понятие нечетких множеств и нечетких классификаций, нейронные сети и их использование в ГИС.	0	10	0	20
Понятие нечетких множеств и нечетких классификаций. Нейронные сети. Модели нейронов. Типы функций активации. Представление нейронных сетей с помощью направленных графов. Обратная связь. Архитектура сетей. Однослойные сети прямого распространения. Многослойные сети прямого распространения. Этапы обучения, контроля и тестирования. Ансамбли сетей. Моделирование объектов геопространства нейронными сетями.				
Заключение	0	0	0	0
Новые подходы к обработке геопространственных данных				
ИТОГО по 9-му семестру	18	44	0	78
ИТОГО по дисциплине	18	44	0	78

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Разработка классификатора картографических объектов и проекта слоевой структуры для построения модели поверхности по фрагменту карты.
2	Построение каркасной 3D модели. Исследование ГИС «MapInfo» методов (IDW и TIN) и параметров построения модели. Отбор лучшей модели по величине погрешности на контрольных точках и совпадению характерных форм рельефа.
3	Знакомство с программным продуктом «Surfer» для построения моделей топографических поверхностей.
4	Исследование анизотропии поверхности с использованием вариограмм и корелограмм. Построение моделей подходящими методами с учётом анизотропии.
5	Фильтрация и площадное сглаживание рельефа. Отбор лучшей модели по величине погрешности и совпадению характерных форм рельефа.
6	Построение регрессионной модели зависимостей пространственных переменных.
7	Построение моделей пространственных переменных нейронными сетями. Составление ансамблей сетей.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов. 12-е изд., перераб. Москва : Юрайт, 2010. 479 с.	19
2	Гринин А.С., Орехов Н.А., Новиков В.Н. Математическое моделирование в экологии : учебное пособие для вузов. Москва : ЮНИТИ, 2003. 269 с.	9
3	Соколов Г. А., Гладких И. М. Математическая статистика : учебник для вузов. Москва : Экзамен, 2004. 431 с.	3
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Браверман Б. А. Программное обеспечение геодезии, фотограмметрии, кадастра, инженерных изысканий : учебное пособие. Москва Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. 242 с.	1

2	Геоинформатика. Кн.1 / Капралов Е. Г., Кошкарев А. В., Тикунов В. С., Говоров М. О. Москва : Академия, 2010. 393 с., 8 л. ил.	4
3	Голованов Н. Н. Геометрическое моделирование : учебник для вузов. Москва : Академия, 2011. 271 с. 17,0 усл. печ. л.	2
4	Дюбрюль О. Геостатистика в нефтяной геологии : пер. с англ. Москва Ижевск : Ин-т компьютер. исслед. : Регуляр. и хаот. динамика, 2009. 255 с.	2
5	Золотова Е. В., Скогорева Р. Н. Геодезия с основами кадастра : учебник для вузов. 2-е изд., испр. Москва : Академический Проект : Фонд Мир, 2012. 413 с. 25,8 усл. печ. л.	1
6	Кирейтов В.Р., Назин А.Г. Математические основы геоморфометрии. Новосибирск : Изд-во НГУ, 2010. 392 с.	1
7	Макарова Н. В., Суханова Т. В. Геоморфология : учебное пособие для вузов. 2-е изд. Москва : Университет, 2009. 413 с.	3
8	Новаковский Б.А., Прасолова А.И., Прасолов С.В. Цифровые модели рельефа реальных и абстрактных геополей. М. : Науч. мир, 2003. 104 с.	2
9	Савиных В.П., Крапивин В.Ф., Потапов И.И. Информационные технологии в системах экологического мониторинга. М. : Геодезкартиздат, 2007. 388 с.	1
10	Симонов Ю.Г. Объяснительная морфометрия рельефа. Москва : Геос, 1999. 262 с.	1
11	Стафеева С. А. Инженерно-геологические исследования строительных площадок : учебное пособие. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2020. 111 с. 5,88 усл. печ. л.	1
12	Уфимцев Г.Ф., Тимофеев Д.А., Симонов Ю.Г. Морфология рельефа. М. : Науч. мир, 2004. 182 с.	1
13	Цифровая картография и геоинформатика : краткий терминологический словарь / Жалковский Е. А., Халугин Е. И., Комаров А. И., Серпуховитин Б. И. Москва : Картгеоцентр-Геодезиздат, 1999. 45 с.	2
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник ПГТУ. Геология. геоинформационные системы. горно-нефтяное дело. 2007. № 2. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2007. 125 с.	5
2	Вестник ПГТУ. Геология. геоинформационные системы. горно-нефтяное дело. 2010. № 5. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2010. 115 с.	3
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. М. : Картгеоцентр, 2004. 286 с.	29
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Катаев А. В., Кутовой С. Н., Ашихмин С. Г. Математическая статистика в горном деле : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2009. 97 с.	70
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Зарубин В. С. Моделирование : учебное пособие для вузов. Москва : Академия, 2013. 336 с. 21,0 усл. печ. л.	3
2	Катаев А. В., Кутовой С. Н., Ашихмин С. Г. Математическая статистика в горном деле : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2009. 97 с.	70
3	Тарасевич Ю. Ю. Математическое и компьютерное моделирование: вводный курс : учебное пособие. Москва : УРСС, 2001. 144 с.	5

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Колесенков А. Н., Акинина Н. В. ГИС ArcGIS: лабораторный практикум: учебное пособие. Рязань: РГРТУ, 2020. 56 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-168289">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-168289</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Методические указания для проведения лабораторных работ по курсу геоинформационные системы. Белгород: БелГАУ им.В.Я. Горина, 2020. 99 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-152083">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-152083</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Жуковский О. И. Геоинформационные системы: учебное пособие. Москва: ТУСУР, 2014. 130 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-110359">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-110359</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Основная литература Никитчин А. А., Канашин Н. В. Решение прикладных задач в ГИС: учебное пособие. Санкт-Петербург: ПГУПС, 2015. 77 с. Жуковский О. И. Геоинформационные системы:	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lan66403">https://elib.pstu.ru/Record/lan66403</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Google Earth Engine (лиц. на некоммерч. использ.)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	QGIS ( Free )
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Statistika Advanced (Statsoft, лиц.дог. ГНФ каф.МДГиГИС)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Statistika Advanced (Statsoft, лиц.дог. ГНФ каф.МДГиГИС)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ArcGis 10.3 for Desktop Advanced (ArcInfo) Lab Pak. ( МДГиГИС)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	MapInfo ( каф.МДГиГИС)

Вид ПО	Наименование ПО
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Surfer 11 GoldenSoftware (лиц.дог., сер.номер,)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Surfer 11 GoldenSoftware (лиц.дог., сер.номер,)

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Горно-геологическая информационная система ПАО «Уралкалий». (каф. МДГиГИС)	pstu.ru
Горно-геологическая информационная система ПАО «Уралкалий». (каф. МДГиГИС)	pstu.ru
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Персональный компьютер в комплекте	10
Лекция	Проектор, экран, ноутбук	1

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------



Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, обучающихся по дисциплине.

### 1.Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (9-го семестра базового учебного плана) и разбито на 8 учебных разделов. В каждом разделе предусмотрены аудиторские занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Промежуточный	
	С	ТО	ОЛР	КР		Зачет
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> Знает методологию создания тематических карт, методы и средства представления геоданных математическими и физическими методами		ТО				ТВ
<b>З.2</b> Знает программное обеспечение для построения и анализа моделей рельефа в геодезической отрасли		ТО				ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> Умеет создавать трехмерные модели рельефа участков поверхности Земли, использовать геоинформационные технологии при моделировании в картографическом обеспечении планов и карт			ОЛР1			ПЗ
<b>У.2</b> Умеет применять изучаемые программные средства для камеральной обработки данных			ОЛР2			ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						

<b>В.1</b> Владеет навыками выполнения комплекса операций по созданию тематических информационных продуктов			ОЛР3 ОЛР5			ПЗ
<b>В.2</b> Владеет навыками работы в специализированном программном обеспечении для создания моделей (ПО Surfer)			ОЛР4 ОЛР6 ОЛР7			ПЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; КР – курсовая работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация, в виде зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль**

Текущий контроль усвоения материала в форме выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 7 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.3. Промежуточная аттестация**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

### **2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

#### **2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачёта по дисциплине «Математическое моделирование геопространственных данных»**

**Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

- Предмет курса и его связь с дисциплинами подготовки инженеров специальности Прикладная геодезия.
- Моделирование как метод научного познания.
- Классификация математических моделей.
- Анализ сложных систем разделением целого на части.
- Форма и принципы представления математической модели
- Геопространство как объект исследований.
- Понятие географического объекта.
- Геодезические основы пространственных данных.
- ГИС как интегрированная информационная система.
- Декомпозиции исходных географических данных с последующим синтезом общего модельного решения.
- Элементы теории графов
- Множество. Операции с множествами.
- Понятия о графах, определения теории графов.
- виды графов.
- Способы задания графов.

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

- Цифровое картографирование, понятие цифровой модели местности
- Понятие цифровой модели местности
- Цифровые модели объектов
- Цифровое моделирование рельефа
- Способы представления рельефа
- Источники данных для ЦМР
- Виды поверхностей топографического порядка по расположению пикетных точек
- Классификация топоповерхностей по однородности и густоте пикетных точек.
- Анизотропия поверхности. Методы исследования.
- Модели представления геодезических полей.
- Ковариация и корреляция
- Корреляционная функция. Автокорреляционная функция
- Случайные функции.
- Стационарность случайных функций.
- Эргодическое свойство случайных функций

**Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

- Анализ тренда.
- Вариограмма. *Модель вариограммы (Variogrammodel)*
- Свойства вариограмм
- Способы интерполяции и виды сетей

- Сущность и область применения метода интерполяции на основе триангуляции Делоне (с линейной интерполяцией).
- Сущность и сфера применения интерполяции на основе метода Шепарда;
- Сущность и сфера применения интерполяции на основе метода минимальной кривизны.
- Метод Криге (Kriging).
- Метод радиальных базисных функций (RadialBasisFunctions).
- Триангуляция с линейной интерполяцией (Triangulation with Linear Interpolation).
- Метод построения сеточной функции InverseDistance to a Power (Степень обратного расстояния).

### **2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля на зачёте считается, что *полученная оценка за компонент обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС программы специалитета.

### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенции**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.