

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра картографии и геоинформатики**

**Авторы-составители: Пьянков Сергей Васильевич  
Шихов Андрей Николаевич**

Рабочая программа дисциплины

**МАТЕМАТИКО-КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Код УМК 80836

Утверждено  
Протокол №6  
от «23» июня 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Математико-картографическое моделирование

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **05.04.03** Картография и геоинформатика

направленность Математико-картографическое моделирование геосистем и комплексов

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Математико-картографическое моделирование** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**05.04.03** Картография и геоинформатика (направленность : Математико-картографическое моделирование геосистем и комплексов)

**ПК.1** Способен, используя методы исследования и моделирования в области картографии и геоинформатики, проводить научные исследования, формулировать и находить пути решения производственных задач

#### **Индикаторы**

**ПК.1.2** Использует методы математико-картографического моделирования, картографо-аэрокосмических, компьютерных и геоинформационных технологий при проведении исследований в профессиональной области

**ПК.2** Способен получать, обрабатывать и использовать пространственную информацию, создавая на основе собранного материала базы и банки знаний и формировать пространственные инфраструктуры данных для решения производственных задач

#### **Индикаторы**

**ПК.2.2** Создает базы и банки знаний и картографические информационно-поисковые системы, а также формирует пространственные инфраструктуры данных для решения производственных задач

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направление подготовки</b>	05.04.03 Картография и геоинформатика (направленность: Математико-картографическое моделирование геосистем и комплексов)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	5
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	0
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	36
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (5 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### **Математико-картографическое моделирование. Первый семестр**

Понятие о математико-картографическом моделировании (МКМ). Типы математико-картографических моделей.

Анализ плотности пространственного распределения объектов. Статистические методы анализа пространственного распределения

Интерполяция Детерминированные и геостатистические методы интерполяции. Оценка качества интерполяции (перекрестная проверка). Ограничения стандартных методов интерполяции. Особенности интерполяции различных типов данных.

Анализ зависимостей Пространственный корреляционный и регрессионный анализ.

Многомерный анализ (классификация, методы уменьшения размерности).

Автоматизация в задачах районирования

Геоморфометрия (цифровой анализ рельефа). Цели, задачи, предмет изучения. Основные геоморфометрические параметры. Инструменты геоморфометрического анализа на примере ГИС SAGA.

Применение ГИС-технологий для моделирования природных процессов Распределенное моделирование в гидрологии.

Модели прогноза погоды и использование их выходных данных в ГИС

### **Введение. Виды математико-картографических моделей**

Моделирование в науках о Земле. Детерминированные и геостатистические модели природных процессов. Пространственное моделирование (Gis-based modeling). Математико-картографическое моделирование. Принципиальная схема математико-картографической модели. Элементарные математико-картографические модели. Типы математико-картографических моделей. Модели структуры явлений. Модели взаимосвязей явлений. Модели динамики распространения (развития) явлений

### **Оценка пространственного распределения точечных объектов**

Модели пространственного размещения точечных объектов. Особенности вычисления плотности. Простые и ядерные вычисления. Особенности расчета плотности линейных объектов. Расчет центра пространственного распределения (арифметический, медианный центры). Оценка разброса вокруг центра распределения (стандартное расстояние). Картографирование кластеров и выбросов

### **Анализ пространственных зависимостей**

Пространственные зависимости. Расчет коэффициента корреляции между растрами. Методы анализа пространственной корреляции. Способы построения изокоррелят. Анализ зависимостей с помощью изокоррелят (на примера зависимости числа лесных пожаров от влияющих факторов)

### **Основы пространственной интерполяции данных**

Основные этапы анализа и моделирования пространственных данных. детерминированный и геостатистический подходы к интерполяции. Классификация методов интерполяции. детерминированные и геостатистические, глобальные и локальные, точные и сглаженные интерполяторы. Общие особенности детерминированных методов. Интерполяция по методу ОВР. параметры метода ОВР. Локальная полиномиальная интерполяция. Оценка точности локальной полиномиальной интерполяции. Радиальные базисные функции. Геостатистические методы интерполяции

### **Основы геостатистики. Вариография. Методы кригинга**

Геостатистический подход к анализу пространственно-распределенных данных. Предварительный анализ данных. Выявление типа распределения. Нормализация данных. Поиск глобальных и локальных

выбросов. Анализ пространственной автокорреляции. Гипотеза стационарности, Изотропия и анизотропия. Пространственные кластеры. Методы декластеризации. Определение Окрестности (радиуса) поиска при интерполяции.

Основные понятия геостатистики (Пространственная непрерывность, Пространственная стационарность, Стационарность второго порядка (внутренняя гипотеза). Вариограмма. Ковариация. Эмпирическая и теоретическая вариограмма. Основные типы моделей вариограмм. Процесс моделирования вариограммы. Выделение и удаление тренда. Теоретические основы кригинга. Ординарный (обычный) кригинг. Простой кригинг. Оценка качества модели кригинга. Перекрестная проверка и обычная проверка.

### **Математико-картографическое моделирование в гидрологии. Моделирование затопления территории**

Основные задачи при моделировании затопления средствами ГИС. Общая последовательность операций при моделировании затопления. Требования к исходным картографическим материалам для оценки затопления. Особенности создания ЦМР для расчета зон затопления. Расчет затопления при условии постоянной высоты водной поверхности. Расчет затопления при условии непостоянной высоты водной поверхности. Способы восстановления данных об урезах

### **Восстановление полей метеоэлементов и построение климатических карт**

Источники метеорологических и климатических данных. Общие особенности построения полей метеоэлементов в ГИС. Расчет суммарной радиации и радиационного баланса. Интерполяция температуры и влажности воздуха. Интерполяция данных об осадках и характеристик снежного покрова. Визуализация прогнозов погоды в ГИС. Использование данных реанализа. Использование ГИС-технологий для построения климатических карт

### **Геоморфометрия (цифровой анализ рельефа)**

Получение данных о рельефе: Общие особенности цифровых моделей рельефа, полученных по данным ДЗЗ. Открытые цифровые модели рельефа: Gtopo30, Etopo2, GMTED2010, SRTM, Aster GDEM. ЦМР, распространяемые на коммерческой основе: SPOT DEM, ALOS AW3D, WVH NextMap World 10 и World 30, WorldDEM (Tandem-X). Обработка данные о рельефе (геоморфометрия). Основные понятия и методы геоморфометрии, система геоморфометрических величин, использование методов геоморфометрии в науках о Земле и геоэкологии, программные продукты для углубленного геоморфометрического анализа

### **Подготовка к итоговому контрольному мероприятию**

Подготовка к экзамену включает самостоятельное рассмотрение основных разделов курса: Понятие о математико-картографическом моделировании (МКМ). Типы математико-картографических моделей. Анализ плотности пространственного распределения объектов.

Интерполяция Детерминированные и геостатистические методы интерполяции. Оценка качества интерполяции (перекрестная проверка). Ограничения стандартных методов интерполяции. Особенности интерполяции различных типов данных.

Анализ зависимостей Пространственный корреляционный и регрессионный анализ.

Геоморфометрия (цифровой анализ рельефа). Цели, задачи, предмет изучения. Основные геоморфометрические параметры. Инструменты геоморфометрического анализа на примере ГИС SAGA.

Применение ГИС-технологий для моделирования природных процессов Распределенное моделирование в гидрологии. Моделирование зон затопления

Модели прогноза погоды и использование их выходных данных в ГИС

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Пьянков С.В., Калинин В. Г. ГИС и математико-картографическое моделирование при исследовании водохранилищ (на примере камских): монография / С. В. Пьянков, В. Г. Калинин. - Пермь: Алекс-Пресс, 2011, ISBN 978-5-7944-1429-5.-1.-Библиогр.: с. 88-89 <http://k.psu.ru/library/node/314190>
2. Лайкин, В. И. Геоинформатика : учебное пособие / В. И. Лайкин, Г. А. Упоров. — 2-е изд. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 162 с. — ISBN 978-5-4497-0124-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/86457.html>

### Дополнительная:

1. Дамрин, А. Г. Картография : учебно-методическое пособие / А. Г. Дамрин, С. Н. Боженков. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 132 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/21599>
2. Геоинформационные системы : лабораторный практикум / составители О. Е. Зеливянская. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 159 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/75569.html>



## 9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://resources.arcgis.com/ru/help> Сайт Ресурсы ArcGIS.

<http://gis.psu.ru> Сайт кафедры картографии и геоинформатики, ГИС-центра, Центра космического мониторинга ПермГУ.

<http://gis-lab.info> Гис-Лаб - геоинформационные системы и дистанционное зондирование Земли

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Математико-картографическое моделирование** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий)

Доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)

Доступ в электронную информационно-образовательной среду университета.

ПО: LibreOffice (в свободном доступе); комплект программ ArcGIS 10 (договор № 18/1/3 от 19.11.2020); QGIS (в свободном доступе); EasyTrace 8.65 (в свободном доступе); Notepad ++ (в свободном доступе); Google Chrome (в свободном доступе); Mozilla Firefox (в свободном доступе); 7zip (в свободном доступе); Adobe Acrobat Reader DC (в свободном доступе); Google Earth (в свободном доступе); FileZilla Client 3.7.3 (в свободном доступе); Blender 2.73 (в свободном доступе).

ПО на ноутбук: ОС «Альт Образование» (Договор № ДС 003–2020).

Архивы кафедры картографии и геоинформатики и ГИС-центра ПГНИУ:

- Архив цифровых топографических карт масштаба 1:1000000, 1:500000, 1:200000, 1:100000 за 2002-2017 годы;
- Архив цифровых и печатных космических снимков (LandSat, SPOT, IRS, Sentinel-2) за 2007-2017 годы;
- Архив цифровых моделей рельефа и цифровых моделей местности;
- Архив периодической, учебной и технической литературы кафедры, в т.ч. электронные издания;
- Архив цифровых тематических электронных слоев баз пространственных данных;
- Архив печатной технической литературы по сопровождению лицензионных программных продуктов.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Для лекционных занятий требуется: проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Для лабораторных занятий: компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

Для групповых и индивидуальных консультаций требуется: проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации требуется: проектор, экран, компьютер/ноутбук, меловая (и) или маркерная доска.

Для самостоятельной работы: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Математико-картографическое моделирование**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.1**

**Способен, используя методы исследования и моделирования в области картографии и геоинформатики, проводить научные исследования, формулировать и находить пути решения производственных задач**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.1.2</b> Использует методы математико-картографического моделирования, картографо-аэрокосмических, компьютерных и геоинформационных технологий при проведении исследований в профессиональной области</p>	<p>Знать: понятие математико-картографического моделирования (МКМ) и его зарубежные аналоги. Задачи МКМ и области применения методов в науках о Земле. Теоретические основы детерминированных и геостатистических методов интерполяции, их преимущества и недостатки. Особенности интерполяции гидрометеорологических и климатических данных. Основные понятия цифрового анализа рельефа и возможности его применения в науке и практике. Уметь: производить предварительный анализ данных и применять современные методы интерполяции для различных типов точечных данных. Решать различные задачи цифрового анализа рельефа и других поверхностей. Визуализировать в ГИС различные результаты моделирования. Владеть: методами цифрового анализа пространственного расположения объектов, технологиями цифрового анализа рельефа, алгоритмами</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает понятие математико-картографического моделирования (МКМ) и его зарубежные аналоги. Задачи МКМ и области применения методов в науках о Земле. Теоретические основы детерминированных и геостатистических методов интерполяции, их преимущества и недостатки. Особенности интерполяции гидрометеорологических и климатических данных. Основные понятия цифрового анализа рельефа и возможности его применения в науке и практике. Не умеет производить предварительный анализ данных и применять современные методы интерполяции для различных типов точечных данных. Решать различные задачи цифрового анализа рельефа и других поверхностей. Визуализировать в ГИС различные результаты моделирования. Не владеет методами цифрового анализа пространственного расположения объектов, технологиями цифрового анализа рельефа, алгоритмами моделирования, реализованными в открытых ГИС.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, не структурированные знания в области математико-картографического моделирования (МКМ), задач МКМ и областей применения методов в науках о Земле., теоретических основ детерминированных и геостатистических методов интерполяции, их преимуществ и недостатков. Особенности интерполяции гидрометеорологических и климатических</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>моделирования, реализованными в открытых ГИС.</p>	<p><b>Удовлетворительн</b>  даннх. Основных понятий цифрового анализа рельефа и возможности его применения в науке и практике. Частично сформированные умения производить предварительный анализ данных и применять современные методы интерполяции для различных типов точечных данных. Решать различные задачи цифрового анализа рельефа и других поверхностей. Визуализировать в ГИС различные результаты моделирования. Частичное владение методами цифрового анализа пространственного расположения объектов, технологиями цифрового анализа рельефа, алгоритмами моделирования, реализованными в открытых ГИС.</p> <p><b>Хорошо</b>  В основном сформированные, с отдельными пробелами знания в области математико-картографического моделирования (МКМ), задач МКМ и областей применения методов в науках о Земле, теоретических основ детерминированных и геостатистических методов интерполяции, их преимуществ и недостатков. Особенности интерполяции гидрометеорологических и климатических данных. Основных понятий цифрового анализа рельефа и возможности его применения в науке и практике. В основном сформированные, с отдельными пробелами умения производить предварительный анализ данных и применять современные методы интерполяции для различных типов точечных данных. Решать различные задачи цифрового анализа рельефа и других поверхностей. Визуализировать в ГИС различные результаты моделирования. В основном успешное владение методами цифрового анализа пространственного расположения объектов, технологиями цифрового анализа рельефа, алгоритмами моделирования, реализованными в открытых ГИС.</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Глубокие и систематизированные знания знания в области математико-картографического моделирования (МКМ), задач МКМ и областей применения методов в науках о Земле, теоретических основ детерминированных и геостатистических методов интерполяции, их преимуществ и недостатков. Особенности интерполяции гидрометеорологических и климатических данных. Основных понятий цифрового анализа рельефа и возможности его применения в науке и практике. Успешные и самостоятельно применяемые умения производить предварительный анализ данных и применять современные методы интерполяции для различных типов точечных данных. Решать различные задачи цифрового анализа рельефа и других поверхностей. Визуализировать в ГИС различные результаты моделирования. Свободное владение методами цифрового анализа пространственного расположения объектов, технологиями цифрового анализа рельефа, алгоритмами моделирования, реализованными в открытых ГИС.</p>

## ПК.2

**Способен получать, обрабатывать и использовать пространственную информацию, создавая на основе собранного материала базы и банки знаний и формировать пространственные инфраструктуры данных для решения производственных задач**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ПК.2.2</b> Создает базы и банки знаний и картографические информационно-поисковые системы, а также формирует пространственные инфраструктуры данных для решения производственных задач</p>	<p>Уметь использовать к пространственным задачам математико-статистический подход, включая методы из геоинформационных систем и пакетов для статистической обработка данных</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не ориентируется в математико-статистических методах, применение которых необходимо для решения поставленной задачи. Не умеет найти и выбрать подходящий математико-статистический метод для решения поставленной задачи. Не владеет возможностями программного обеспечения и не может выбрать подходящий инструмент для решения поставленной задачи</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Показывает признаки понимания - примерно представляет, какими методами возможно решение поставленной задачи. Умеет найти и выбрать подходящий математико-статистический метод для решения поставленной задачи, но не может довести решение до конца. Владеет возможностями программного обеспечения и может выбрать подходящий инструмент для решения поставленной задачи</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Понимает (но не может дать исчерпывающее обоснование), какими математико-статистическими методами следует решать поставленную задачу. Умеет найти и выбрать подходящий математико-статистический метод для решения поставленной задачи. Доводит решение до конца, но испытывает трудности с обоснованием выбранного метода и интерпретацией результатов. Владеет возможностями программного обеспечения и может управлять параметрами программного инструмента для решения поставленной задачи</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Полностью понимает и может обосновать необходимость применения тех или иных математико-статистических методов для решения поставленной задачи. Умеет найти и выбрать подходящий математико-статистический метод для решения поставленной задачи. Доводит решение до конца, способен обосновать выбор метода и дать исчерпывающую интерпретацию результатов. Владеет возможностями программного обеспечения, может управлять и обосновать выбор значений параметров программного инструмента для решения поставленной задачи</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.1.2</b> Использует методы математико-картографического моделирования, картографо-аэрокосмических, компьютерных и геоинформационных технологий при проведении исследований в профессиональной области	Основы геостатистики. Вариография. Методы кригинга <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Студент способен применять методы детерминированной и геостатистической интерполяции для решения практических задач, способен выбрать наиболее корректный метод интерполяции, учитывая особенности исходных данных. Владеет методами оценки точности интерполяции.
<b>ПК.2.2</b> Создает базы и банки знаний и картографические информационно-поисковые системы, а также формирует пространственные инфраструктуры данных для решения производственных задач	Геоморфометрия (цифровой анализ рельефа) <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Студент владеет основными методами и инструментами морфометрического анализа цифровой модели рельефа, а также способен строить модели зон затопления на основе ЦМР

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ПК.1.2</b> Использует методы математико-картографического моделирования, картографо-аэрокосмических, компьютерных и геоинформационных технологий при проведении исследований в профессиональной области</p> <p><b>ПК.2.2</b> Создает базы и банки знаний и картографические информационно-поисковые системы, а также формирует пространственные инфраструктуры данных для решения производственных задач</p>	<p>Подготовка к итоговому контрольному мероприятию</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Студент освоил знания из теоретических разделов курса: анализ пространственного распределения точечных объектов и пространственных зависимостей, теоретические основы детерминированных и геостатистических методов интерполяции, интерполяция климатических данных, применение методов математико картографического моделирования в гидрологии, методы и технологии геоморфометрического анализа рельефа.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Основы геостатистики. Вариография. Методы кригинга

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
На основе исходных данных построена поверхность с помощью кригинга	10
Проведена сравнительная оценка точности интерполяции по различным методам на основе величины средней ошибки смещения, среднеквадратичной ошибки, средней стандартной ошибки интерполяции и критерия достоверности	10
Данные загружены в программу и выполнен их предварительный анализ	5
На основе исходных данных построены поверхности с помощью детерминированных методов интерполяции	5

#### Геоморфометрия (цифровой анализ рельефа)

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Построить зоны затопления за каждый год (1979-2001) на основе имеющихся данных о максимальных	10



уровнях воды, конвертировать в векторный формат, отредактировать контуры, а также учесть влияние защитных дамб	
Построить модель русла на основе точек урезов и дополнительных точек, с помощью метода интерполяции ОВР по двум соседям	5
Определить количество жилых домов, попадающих в зону затопления за каждый год	5
Построить анимацию максимальных зон затопления по годам и экспортировать ее в формат видеофайла .avi	5
Построить ЦМР на основе исходных данных (высотные отметки, урезы воды, горизонтали, гидросеть) методом Топо в растр	5

### **Подготовка к итоговому контрольному мероприятию**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Студент знает основные понятия геостатистики, владеет методами детерминированной и геостатистической интерполяции, способен применять их для решения научных и практических задач	20
Студент владеет теоретической базой, а также методами и инструментами геоморфометрического анализа рельефа	10
Студент знает методы анализа пространственного распределения точечных объектов	10