

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

**Кафедра геофизики**

Авторы-составители: **Митюнина Ирина Юрьевна**

Рабочая программа дисциплины

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГИДРОГЕОЛОГИИ**

Код УМК 97530

Утверждено  
Протокол №10  
от «15» июня 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Компьютерные технологии в гидрогеологии

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

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

Направление: **05.04.01** Геология  
направленность Гидрогеоэкология

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

В результате освоения дисциплины **Компьютерные технологии в гидрогеологии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**05.04.01** Геология (направленность : Гидрогеоэкология)

**ОПК.4** Способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения, в том числе моделировать горные и геологические объекты

#### **Индикаторы**

**ОПК.4.1** Обоснованно отбирает программное обеспечение общего и специального назначения для решения профессиональных задач

**ОПК.4.2** Осуществляет на основе соответствующего программного обеспечения моделирование горных и геологических объектов

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	05.04.01 Геология (направленность: Гидрогеоэкология)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	2
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	36
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	72
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (3)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (2 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **1. Построение и анализ гидрогеологических карт с использованием геоинформационной системы ArcGIS**

Дополнительный модуль Spatial Analyst, грид-модели поверхностей, круговые диаграммы

#### **Создание и анализ цифровых моделей безнапорных водоносных горизонтов**

Модуль Spatial Analyst, грид модели поверхности, метод интерполяции Сплайн с барьерами, инструмент геообработки Изолинии с барьерами

#### **Построение карт гидроизопьез напорных водоносных горизонтов**

Модуль Spatial Analyst, грид модели поверхности, метод интерполяции Сплайн, инструмент геообработки Изолинии

#### **Анализ минерализации: построение карт минерализации и гидрохимических профилей**

Грид модели минерализации, методы интерполяции, круговые диаграммы анионного и катионного состава подземных вод, диаграммы изменения гидрохимического состава подземных вод вдоль профилей наблюдения

### **2. Моделирование процессов геофильтрации в среде геоинформационной системы ArcGIS**

Модуль Spatial Analyst, инструменты Грунтовые воды, сток по Дарси

#### **Особенность инструментов Грунтовые воды**

Моделирование движения воды и растворенных веществ в потоке подземных вод, сток по Дарси

#### **Построение модели водоносного пласта**

Грид модели кровли и мощности водоносного пласта, растровые модели пористости, водопроницаемости и водопроницаемости водоносного горизонта

#### **Определение стока по Дарси**

Растр остаточного баланса объема грунтовых вод, растры направления и величины скорости потока фильтрации грунтовых вод

#### **Расчет трека частиц растворенных веществ**

Определение пути переноса частиц из точечного источника через поле потока подземных вод

### **3. Создание трехмерных гидрогеологических моделей территорий в горно-геологической информационной системе Micromine**

Особенности ГГИС Micromine, проект Micromine, импорт данных, база скважинных данных, формы Визекса, сеточные модели поверхностей водоносных горизонтов, контрольные разрезы

#### **Создание и 3D визуализация базы скважинных данных**

Проект Micromine, импорт исходных данных, база скважинных данных, графическая среда Визекс, диалоговые окна и формы Визекса (траектория, штриховка интервала и т.д.)

#### **Стратиграфическое моделирование**

Корреляция пластов, создание легенд

#### **Создание сеточных моделей водоносных горизонтов**

Выбор размера и формы ячеек, метод Тонкая пластина

#### **Построение гидрогеологических профилей**

Построение линий профилей (стрингов), контрольные файлы разрезов

## **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. Митюнина И. Ю., Огородова И. В. Компьютерные технологии в геологии: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки магистров «Геология»/И. Ю. Митюнина, И. В. Огородова.-Пермь: ПГНИУ, 2021, ISBN 978-5-7944-3717-1.-219. <https://elis.psu.ru/node/642796>
2. Копылов И. С. Геоэкология, гидрогеология и инженерная геология Пермского края: монография/И. С. Копылов.-Пермь: ПГНИУ, 2021, ISBN 978-5-7944-3594-8.-501. <https://elis.psu.ru/node/642309>

### Дополнительная:

1. Трифонова, Т. А. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях : учебное пособие для вузов / Т. А. Трифонова, Н. В. Мищенко, А. Н. Краснощеков. — Москва : Академический проект, 2020. — 349 с. — ISBN 978-5-8291-2999-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <https://www.iprbookshop.ru/110100>
2. Митюнина И. Ю. Геоинформационные системы в геологии: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторных работ : [для студентов геологического факультета, обучающихся по специальности "Геофизика"]/И. Ю. Митюнина.-Пермь, 2012.-1.-Библиогр.: с. 110 <https://elis.psu.ru/node/389150>
3. Гледко, Ю. А. Гидрогеология : учебное пособие / Ю. А. Гледко. — Минск : Вышэйшая школа, 2012. — 446 с. — ISBN 978-985-06-2126-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/20209.html>

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

<https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/an-overview-of-the-interpolation-tools.htm> Построение грид моделей

<https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/an-overview-of-the-groundwater-tools.htm> Инструменты Грунтовые воды

<https://www.micromine.ru/micromine-mining-software/> Система Micromine

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

Образовательный процесс по дисциплине **Компьютерные технологии в гидрогеологии** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по данной дисциплине 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-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Офисный пакет приложений;

2. Приложение, позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов;

3. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель);

4. Офисный пакет приложений «LibreOffice»;

5. Геоинформационная система ArcGIS (ESRI, Inc);

6. Горно-геологическая информационная система Micromine (Micromine, Inc);

7. Программ инженерной графики Surfer (Golden Software, Inc.).

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**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 проведения лекционных занятий необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий необходима учебная геофизическая лаборатория. Состав оборудования представлен в паспорте учебной геофизической лаборатории.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации необходима учебная

аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской, учебная геофизическая лаборатория. Состав оборудования представлен в паспорте учебной геофизической лаборатории.

Для самостоятельной работы используются помещения библиотеки: персональные компьютеры с доступом к локальной сети университета и доступом к интернету.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, меловой (и) или маркерной доской.

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  
Компьютерные технологии в гидрогеологии**

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

**ОПК.4**

**Способен работать с программным обеспечением общего, специального назначения, в том числе моделировать горные и геологические объекты**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.4.1</b> Обоснованно отбирает программное обеспечение общего и специального назначения для решения профессиональных задач</p>	<p>Знать назначение и функциональные особенности пакетов программ, используемых для решения гидрогеологических задач; уметь осуществлять обоснованный выбор программных продуктов для решения конкретной задачи гидрогеологии; владеть практическими навыками работы в программах инженерной графики и геоинформационных системах 2D и 3D.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Отсутствие теоретических знаний и практических навыков работы в геоинформационных системах и программах инженерной графики</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Знание основ геоинформационных технологий и наличие определенных практических навыков работы в геоинформационных системах и программах инженерной графики</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> Знание функциональных возможностей геоинформационных систем и программ инженерной графики; способность осуществить обоснованный выбор программных продуктов для решения конкретной задачи гидрогеологии</p> <p align="center"><b>Отлично</b> Знание функциональных возможностей геоинформационных систем и программ инженерной графики; способность осуществить обоснованный выбор программных продуктов для решения конкретной гидрогеологической задачи; свободное владение компьютерными технологиями обработки гидрогеологической информации в геоинформационных системах и программах инженерной графики</p>
<p><b>ОПК.4.2</b> Осуществляет на основе соответствующего программного обеспечения моделирование горных</p>	<p>Знание теоретических основ 2D и 3D моделирования гидрогеологических объектов и процессов; умение создавать модели для решения конкретных геологических</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b> Отсутствие теоретических знаний и практических навыков моделирования гидрогеологических объектов</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Знание теоретических основ и наличие</p>

<b>Индикатор</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
и геологических объектов	задач; владение практическими навыками моделирования изучаемых объектов в геоинформационных системах ArcGIS и Micromine и программах инженерной графики	<p><b>Удовлетворительн</b> определенных практических навыков моделирования гидрогеологических объектов</p> <p><b>Хорошо</b> Хорошее знание теоретических основ и наличие практических навыков моделирования гидрогеологических объектов геоинформационных системах 2D и 3D и программах инженерной графики</p> <p><b>Отлично</b> Знание теоретических основ и особенностей создания 2D и 3D моделей гидрогеологических объектов и процессов в среде геоинформационной системы ArcGIS, горно-геологической информационной системы Micromine, программах инженерной графики; свободное владение компьютерными технологиями моделирования</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**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 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Создание и анализ цифровых моделей безнапорных водоносных горизонтов <b>Входное тестирование</b>	1. Знание теоретических основ компьютерных технологий моделирования геологических объектов. 2. Знание особенностей построения моделей поверхностей и 3D моделей геологических объектов в геоинформационных системах ArcGIS и Micromine, программах инженерной графики
<b>ОПК.4.2</b> Осуществляет на основе соответствующего программного обеспечения моделирование горных и геологических объектов <b>ОПК.4.1</b> Обоснованно отбирает программное обеспечение общего и специального назначения для решения профессиональных задач	Контрольная работа 1 <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	1. Знание особенностей создания цифровых моделей поверхностей напорных и безнапорных водоносных горизонтов. 2. Наличие практических навыков построения карт водоносных горизонтов в геоинформационных системах и программах инженерной графики. 3. Способность осуществлять пространственный анализ минерализации подземных вод.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОПК.4.2</b> Осуществляет на основе соответствующего программного обеспечения моделирование горных и геологических объектов</p> <p><b>ОПК.4.1</b> Обоснованно отбирает программное обеспечение общего и специального назначения для решения профессиональных задач</p>	<p>Контрольная работа 2</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>1. Знание особенностей применения инструментов Грунтовые воды.2. Наличие практических навыков применения инструментов Грунтовые воды для моделирования процессов геофильтрации.</p>
<p><b>ОПК.4.2</b> Осуществляет на основе соответствующего программного обеспечения моделирование горных и геологических объектов</p> <p><b>ОПК.4.1</b> Обоснованно отбирает программное обеспечение общего и специального назначения для решения профессиональных задач</p>	<p>Контрольная работа 3</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>1. Знание особенностей технологии создания 3D моделей в горно-геологических информационных системах.2. Наличие практических навыков создания базы скважинных данных и стратиграфического моделирования в системе Micromine. 3. Знание технологии создания сеточных моделей водоносных горизонтов и построения гидрогеологических профилей.</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Создание и анализ цифровых моделей безнапорных водоносных горизонтов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **.5 часа**

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Правильные ответы на 5 вопросов	5
Правильные ответы на 3 вопроса	3
Правильные ответы на 2 вопроса	2

#### Контрольная работа 1

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

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

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

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
-----------------------	-------

Создание цифровых моделей поверхностей водоносных горизонтов	13
Проведени пространственного анализа минерализации подземных вод	10
Выбор оптимального программного продукта лдя решения задачи гидрогеологического картопостроения	7

### **Контрольная работа 2**

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

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

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

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Создание модели водоносного пласта и определение стока по Дарси	13
Расчет направления фильтрации частиц растроренных частиц	10
Умение выбрать оптимальные параметры моделирования геофильтрации	7

### **Контрольная работа 3**

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

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

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

Проходной балл: **17**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Создание баз скважинных данных и создание 3D моделей водоносных горизонтов	17
Построение гидрогеологических профилей по произвольному направлению	13
Стратиграфическое моделирование	10