

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра динамической геологии и гидрогеологии

Авторы-составители: **Яковлев Юрий Александрович**

Рабочая программа дисциплины

ГЕОФИЛЬТРАЦИОННЫЕ СРЕДЫ И ЭНЕРГЕТИКА ДВИЖЕНИЯ ФЛЮИДОВ

Код УМК 98533

Утверждено
Протокол №5
от «19» мая 2022 г.

Пермь, 2022

1. Наименование дисциплины

Геофильтрационные среды и энергетика движения флюидов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную 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 **Геофильтрационные среды и энергетика движения флюидов** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

05.04.01 Геология (направленность : Гидрогеоэкология)

ОПК.2 Способен использовать теоретические основы специальных и новых разделов геологических наук при решении задач профессиональной деятельности

Индикаторы

ОПК.2.2 Обоснованно использует теоретические основы геологических наук в профессиональной деятельности

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

Индикаторы

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

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	05.04.01 Геология (направленность: Гидрогеоэкология)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	4
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	36
Проведение лекционных занятий	12
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	72
Формы текущего контроля	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (4 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Геофильтрационные среды и энергетика движения флюидов

рассматривается как эксклюзивный раздел цикла геогидродинамических дисциплин.

1. Определение понятия «геофильтрационные среды». Геофильтрационные элементы в гидрогеологии. Проводящие толщи при миграции флюидов, классификация коллекторов и покрыше. Масштабы неоднородности разреза по геофильтрационным характеристикам.

Рассматриваются базовые понятия представлений о геофильтрационных средах в гидрогеологии и коллекторах

углеводородов в нефтегазовой геологии. Отмечаются особенности формирования геофильтрационных сред и масштабы неоднородности.

2. Коллекторские свойства терригенных, карбонатных и глинистых пород. Трещиноватость горных пород. Классификация геофильтрационных сред В.А.Всеволожского (1983). Условия формирования и параметрическая характеристика основных типов

Рассматриваются качественные и количественные фильтрационные характеристики карбонатных и терригенных отложений.

Отмечаются особые свойства глинистых пород как потенциальных флюидоупоров, а также свойства трещиноватых пород.

В качестве базовой рассматривается Классификация В.А.Всеволожского....

3. Геофильтрационная типизация и схематизация недр для проведения аналитических расчетов и гидродинамического моделирования. Особенности учета неоднородности фильтрационно-емкостных характеристик разреза. Принципиальные модели ГФС

Рассматриваются основные принципы типизации и схематизации геофильтрационных условий на локальном, зональном и

региональном уровне. Особенности учета неоднородности при построении модели ГФС

4. Представления о гидродинамической зональности. Гидростатический напор. Безнапорные и напорные потоки подземных вод. Энергетика движения флюидов в гидрогеологических этажах местного и регионального стока. Гидрогеодеформационный эффект

Базовые представления о вертикальной гидродинамической зональности. Энергетика движения подземных вод в

верхних этажах разреза. Эффекты гидродинамического воздействия в водоносных горизонтах

5. Энергетика движения флюидов в глубокозалегающих элементах разреза. Пластовые давления: гидростатические, АВПД, АНПД. Миграции флюидов за счет плотностных и термодинамических конвективных процессов

Рассматриваются основные представления о формировании энергетике нижних горизонтов осадочного чехла.

Понятия "пластовые давления": "нормальные гидростатические", АВПД и АНПД. Причины их образования и формы проявления.

Плотностная конвекция флюидов.

6. Методы оценки энергетического состояния среды: схемы уровней подземных вод, схемы гидроизопьез, метод приведенных давлений (напоров), метод «фильтрационной силы».

Граничные и начальные условия для выполнения расчетов и моделирования

Расчетные методы в изучении энергетике подземных вод. Методы картирования и графического отображения параметров

движения. Рассматриваются особенности задания граничных и начальных условий. Системный подход

при выполнении аналитических расчетов и гидродинамического моделирования.

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. Всеволожский В. А. Подземный сток и водный баланс платформенных структур/В. А. Всеволожский.- Москва:Недра,1983.-167.
2. Дюнин В. И. Гидрогеодинамика глубоких горизонтов нефтегазоносных бассейнов/МГУ им.М.В.Ломоносова.-М.:Науч.мир,2000, ISBN 5-89176-094-0.-472.-Библиогр.:с.453-467
3. Шестаков В. М. Гидрогеодинамика: учебник / В. М. Шестаков. — М.: КДУ, 2009. — 335 с. — ISBN 978-5-98227-514-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система БиблиоТех : [сайт]. <https://bibliotech.psu.ru/Reader/Book/140>

Дополнительная:

1. Чернышев С. Н. Трещины горных пород/С. Н. Чернышев.-Москва:Наука,1983.-240.-Библиогр.: с. 231-238
2. Гуревич А. Е. Практическое руководство по изучению движения подземных вод при поиске полезных ископаемых/А. Е. Гуревич.-Ленинград:Недра,1980.-215.-Библиогр.: с. 209-214
3. Основы гидрогеологии. Гидродинамика/И. К. Гавич, В. С. Ковалевский, Л. С. Язвин ; ред. И. С. Зекцер.-Новосибирск:Наука,1983.-240.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://elis.psu.ru/> Цифровая библиотека ПГНИУ

<http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека eLIBRARY

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

Образовательный процесс по дисциплине **Геофильтрационные среды и энергетика движения флюидов** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Microsoft Power Point, Microsoft Exel, Surfer

При освоении материала и выполнения 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 по дисциплине 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 по дисциплине необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для самостоятельной работы необходимы помещения Научной библиотеки ПГНИУ, обеспечивающие доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и информационным технологиям.

Для проведения мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, демонстрационным оборудованием (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций необходима учебная аудитория, оснащенная специализированной мебелью, меловой 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
Геофильтрационные среды и энергетика движения флюидов**

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

ОПК.2

Способен использовать теоретические основы специальных и новых разделов геологических наук при решении задач профессиональной деятельности

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.2.2 Обоснованно использует теоретические основы геологических наук в профессиональной деятельности</p>	<p>Знать теоретических основ формирования геофильтрационных сред и пластовой энергетике, источники получения и обработки гидрогеологической информации (ГФС, граничные и начальные условия) для обоснования и построения расчетных схем и моделей. Уметь применять современные методы расчетов приведенных давлений и напоров (уровней) и интерпретации гидрогеологической информации</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает теоретических основ формирования геофильтрационных сред и пластовой энергетике, не знает источники получения и обработки гидрогеологической информации (ГФС, граничные и начальные условия) для обоснования и построения расчетных схем и моделей. Не имеет навыков применения современных методов расчетов приведенных давлений и напоров (уровней) и интерпретации гидрогеологической информации</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Частично знает теоретических основ формирования геофильтрационных сред и пластовой энергетике, не в полной мере знает источники получения и обработки гидрогеологической информации (ГФС, граничные и начальные условия) для обоснования и построения расчетных схем и моделей. Владеет отдельными навыками применения современных методов расчетов приведенных давлений и напоров (уровней) и интерпретации гидрогеологической информации Не в полной мере использует современные методы обработки и интерпретации гидрогеологической информации</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Знает теоретических основ формирования геофильтрационных сред и пластовой энергетике, знает источники получения и обработки гидрогеологической информации (ГФС, граничные и начальные условия) для обоснования и построения расчетных схем и моделей. Владеет навыками применения</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>современных методов расчетов приведенных давлений и напоров (уровней) и интерпретации гидрогеологической информации Практически использует современные методы обработки и интерпретации гидрогеологической информации</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает теоретических основ формирования геофильтрационных сред и пластовой энергетики, знает источники получения и обработки гидрогеологической информации (ГФС, граничные и начальные условия) для обоснования и построения расчетных схем и моделей. Владеет полным комплексом навыков применения современных методов расчетов приведенных давлений и напоров (уровней) и интерпретации гидрогеологической информации Практически использует современные методы обработки и интерпретации гидрогеологической информации в самостоятельной работе</p>

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>ОПК.4.2 Осуществляет на основе соответствующего программного обеспечения моделирование горных и геологических объектов</p>	<p>Студент может осуществлять на основе соответствующего программного обеспечения моделирование горных и геологических объектов</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не применяет теоретические основы формирования геофильтрационных сред и пластовой энергетики, не владеет источниками получения и методами обработки гидрогеологической информации (ГФС, граничные и начальные условия) для обоснования и построения расчетных схем и моделей. Не имеет навыков применения современных методов расчетов приведенных давлений и напоров (уровней) и интерпретации гидрогеологической информации</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Частично применяет теоретические основы</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>формирования геофильтрационных сред и пластовой энергетики, не в полной мере владеет источниками получения и методами обработки гидрогеологической информации (ГФС, граничные и начальные условия) для обоснования и построения расчетных схем и моделей. Владеет отдельными навыками применения современных методов расчетов приведенных давлений и напоров (уровней) и интерпретации гидрогеологической информации Не в полной мере использует современные методы обработки и интерпретации гидрогеологической информации</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Способен применять теоретические основы формирования геофильтрационных сред и пластовой энергетики. Знает источники получения и методы обработки гидрогеологической информации (ГФС, граничные и начальные условия) для обоснования и построения расчетных схем и моделей. Владеет навыками применения современных методов расчетов приведенных давлений и напоров (уровней) и интерпретации гидрогеологической информации Практически использует современные методы обработки и интерпретации гидрогеологической информации</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Успешно применяет теоретические основы формирования геофильтрационных сред и пластовой энергетики, владеет источниками получения и методами обработки гидрогеологической информации (ГФС, граничные и начальные условия) для обоснования и построения расчетных схем и моделей. Владеет полным комплексом навыков применения современных методов расчетов приведенных давлений и напоров (уровней) и интерпретации гидрогеологической информации Практически использует современные</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично методы обработки и интерпретации гидрогеологической информации в самостоятельной работе

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
ОПК.2.2 Обоснованно использует теоретические основы геологических наук в профессиональной деятельности ОПК.4.2 Осуществляет на основе соответствующего программного обеспечения моделирование горных и геологических объектов	1. Определение понятия «геофильтрационные среды». Геофильтрационные элементы в гидрогеологии. Проводящие толщи при миграции флюидов, классификация коллекторов и покрыше. Масштабы неоднородности разреза по геофильтрационным характеристикам. Письменное контрольное мероприятие	Понимание сути исследований, источники исходной информации, знание классификаций, методик и расчетных формул, диапазоны их применимости, размерность расчетных величин, применение пакета EXCEL для программирования расчетов и графического представление результатов, построение карт в пакете SURGER.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.4.2 Осуществляет на основе соответствующего программного обеспечения моделирование горных и геологических объектов</p>	<p>3. Геофильтрационная типизация и схематизация недр для проведения аналитических расчетов и гидродинамического моделирования. Особенности учета неоднородности фильтрационно-емкостных характеристик разреза. Принципиальные модели ГФС Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Понимание сути исследований, источники исходной информации, знание классификаций, методик и расчетных формул, диапазоны их применимости, размерность расчетных величин, применение пакета EXCEL для программирования расчетов и графического представление результатов, построение карт в пакете SURGER.</p>
<p>ОПК.2.2 Обоснованно использует теоретические основы геологических наук в профессиональной деятельности ОПК.4.2 Осуществляет на основе соответствующего программного обеспечения моделирование горных и геологических объектов</p>	<p>6. Методы оценки энергетического состояния среды: схемы уровней подземных вод, схемы гидроизопьез, метод приведенных давлений (напоров), метод «фильтрационной силы». Граничные и начальные условия для выполнения расчетов и моделирования Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Понимание сути исследований, источники исходной информации, знание классификаций, методик и расчетных формул, диапазоны их применимости, размерность расчетных величин, применение пакета EXCEL для программирования расчетов и графического представление результатов, построение карт в пакете SURGER.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

1. Определение понятия «геофильтрационные среды». Геофильтрационные элементы в гидрогеологии. Проводящие толщи при миграции флюидов, классификация коллекторов и покрыше. Масштабы неоднородности разреза по геофильтрационным характеристикам.

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
Подготовка и выступление на семинаре по назначенной теме	15
Лабораторная работа 2	5
Лабораторная работа 3	5
Лабораторная работа 1	5

3. Геофильтрационная типизация и схематизация недр для проведения аналитических расчетов и гидродинамического моделирования. Особенности учета неоднородности фильтрационно-емкостных характеристик разреза. Принципиальные модели ГФС

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

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

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

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Письменное контрольное мероприятие	20
Лабораторная работа 5	5
Лабораторная работа 4	5

6. Методы оценки энергетического состояния среды: схемы уровней подземных вод, схемы гидроизопьез, метод приведенных давлений (напоров), метод «фильтрационной силы».

Граничные и начальные условия для выполнения расчетов и моделирования

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

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

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

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Итоговое письменное тестирование	25
Лабораторная работа 7	5
Лабораторная работа 6	5
Подготовка и выступление на семинаре	5