

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт геологии и нефтегазовых технологий



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной деятельности КФУ  
проф. Таюрский Д.А.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Динамика подземных вод

Направление подготовки: 05.04.01 - Геология

Профиль подготовки: Инженерная геология и гидрогеология урбанизированных территорий

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Закиров Т.Р. (кафедра математических методов в геологии, Институт геологии и нефтегазовых технологий), TiRZakirov@kpfu.ru ; заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Храмченков М.Г. (кафедра математических методов в геологии, Институт геологии и нефтегазовых технологий), Maxim.Khramchenkov@kpfu.ru

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции   |
|------------------|---|
| ПК-1             | способностью формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении программы магистратуры    |
| ПК-2             | способностью самостоятельно проводить научные эксперименты и исследования в профессиональной области, обобщать и анализировать экспериментальную информацию, делать выводы, формулировать заключения и рекомендации |
| ПК-4             | способностью самостоятельно проводить производственные и научно-производственные полевые, лабораторные и интерпретационные работы при решении практических задач  |
| ПК-8             | готовностью к проектированию комплексных научно-исследовательских и научно-производственных работ при решении профессиональных задач  |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

знать основные законы подземной гидравлики и гидромеханики; обладать теоретическими и практическими знаниями об основных факторах формирования гидрогеологических процессов, знать законы геодинамики; иметь представления об основных профилактических и конструктивных мероприятиях, направленных на борьбу с существующими или возможными негативными проявлениями геологических и гидрогеологических процессов

Должен уметь:

применять основные стандартные и авторские методики, используемые для оценки и прогноза развития геологических и гидрогеологических процессов; - уметь ориентироваться в основных понятиях динамики подземных вод

Должен владеть:

- владеть теоретическими знаниями о методах исследования объектов динамики подземных вод;
- демонстрировать практические навыки решения задач динамики подземных вод.

Должен демонстрировать способность и готовность:

способен применять основные стандартные и авторские методики, используемые для оценки и прогноза развития геологических и гидрогеологических процессов;  
 способен ориентироваться в основных понятиях динамики подземных вод;  
 готов применять практические навыки решения задач динамики подземных вод;  
 способен использовать профильно- специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии;  
 готов работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.2 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 05.04.01 "Геология (Инженерная геология и гидрогеология урбанизированных территорий)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 24 часа(ов), в том числе лекции - 8 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 16 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 48 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N     | Разделы дисциплины / модуля   | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Самостоятельная работа |
|-------|---|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|       |   |         | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 1.    | Тема 1. фильтрация флюидов в земной коре; напряженно-деформированное состояние флюидо-насыщенных горных пород   | 3       | 2  | 0                    | 5                   | 11                     |
| 2.    | Тема 2. массообмен в системе "подземный флюид - гоная порода"; химические реакции в фильтрующемся флюиде; влияние напряженно-деформированного состояния горных пород на фильтрационные свойства | 3       | 2  | 0                    | 5                   | 11                     |
| 3.    | Тема 3. тепловые процессы в горных породах; температурные деформации; тепловое расширение; общее уравнение массообмена и теплообмена при фильтрации флюидов в горных породах                    | 3       | 2  | 0                    | 5                   | 11                     |
| 4.    | Тема 4. математические модели формирования месторождений полезных ископаемых (магматогенные; метаморфические; гидротермальные); математические модели метасоматоза                              | 3       | 2  | 0                    | 5                   | 11                     |
| Итого |   |         | 8  | 0                    | 20                  | 44                     |

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. фильтрация флюидов в земной коре; напряженно-деформированное состояние флюидо-насыщенных горных пород

Основы векторного анализа и типизация уравнений математической физики. Уравнения баланса массы флюида и вещества горных пород при

фильтрации флюидов в земной коре; уравнения напряженно-деформированного состояние флюидо-насыщенных горных пород; эффективные напряжения. Понятие тензора напряжений. Общая схема решения уравнений фильтрации. Закон Паскаля.

##### Тема 2. массообмен в системе "подземный флюид - гоная порода"; химические реакции в фильтрующемся флюиде; влияние напряженно-деформированного состояния горных пород на фильтрационные свойства

Моделирование процессов массообмена в системе "подземный флюид - горная порода"; модели, учитывающие кинетику химических реакций в фильтрующемся флюиде; моделирование влияния напряженно-деформированного состояния горных пород на фильтрационные свойства. Вывод основных уравнений теории массообмена, расчет химических потенциалов.

### **Тема 3. тепловые процессы в горных породах; температурные деформации; тепловое расширение; общее уравнение массообмена и теплообмена при фильтрации флюидов в горных породах**

математические модели теплообмена и тепловых процессов в горных породах; температурные деформации; тепловое расширение; построение общих уравнений массообмена и теплообмена при фильтрации флюидов в горных породах. Общая схема решения уравнений тепломассообмена и теплопереноса. Методы конечных разностей, конечных элементов и конечных объемов.

### **Тема 4. математические модели формирования месторождений полезных ископаемых (магматогенные; метаморфические; гидротермальные); математические модели метасоматоза**

математические модели формирования месторождений полезных ископаемых (магматогенные; метаморфические; гидротермальные); математические модели метасоматоза; математические модели формирования залежей нефти в глинистых породах (сланцевая нефть) Общие подходы к проведению вычислительных экспериментов для процессов формирования ископаемых.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

PLoS Current - <https://plos.org/publications>

Издательство Лань Книги - <https://e.lanbook.com/books>

Каталог научной библиотеки им. Н.И. Лобачевского КФУ - <https://allfind.kpfu.ru>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| Вид работ              | Методические рекомендации   |
|------------------------|---|
| лекции                 | Перед началом изучения курса студентам рекомендуется "освежить" знания в области векторного анализа, решения дифференциальных уравнений и основам дифференциального исчисления, сведение СЛАУ к матричному виду; освоить программы MS Excel и Surfer (Golden Software). Рекомендуется завести тетрадь формата А4.                                 |
| лабораторные работы    | Лабораторные работы проводятся в компьютерных классах, поскольку большинство предлагаемых задач более эффективно решать с использованием MS Excel. При иллюстрации полученных результатов рекомендуется использовать Surfer (Golden Software) или VOXLER (Golden Software). Рекомендуется завести тетрадь формата А4.                             |
| самостоятельная работа | В рамках самостоятельной работы студенту рекомендуется самостоятельное развитие с наращиванием знаний, полученных в ходе аудиторных занятий, с использованием дополнительной литературы. Рекомендуется развитие компетенций в области векторного анализа, численных методов и общих подходов к методам моделирования геофильтрационных процессов. |
| зачет                  | На зачете студенту предлагается билет и задача. Билет содержит два теоретических вопроса. Допуском к ответу на билет является верно решенная задача. После ответа на теоретические вопросы студенту могут быть заданы дополнительные теоретические вопросы или дана дополнительная задача. Время на подготовку к ответу - 1 час.                  |

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 05.04.01 "Геология" и магистерской программе "Инженерная геология и гидрогеология урбанизированных территорий".



### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 05.04.01 - Геология

Профиль подготовки: Инженерная геология и гидрогеология урбанизированных территорий

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

#### Основная литература:

- 1.Гриневский С. О. Гидрогеодинамическое моделирование взаимодействия подземных и поверхностных вод: Монография / С.О. Гриневский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 152 с. - (Научная мысль). ISBN 978-5-16-005256-4  
Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=413174>
2. Гидрогеоэкология городов: Учебное пособие / М.С. Орлов, К.Е. Питьева. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 288 с.  
Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=461094>
3. Керимов В.Ю., Рачинский М.З. Геофлюидодинамика нефтегазоносности подвижных поясов. - М.: ООО 'Издательский дом Недра', 2011. - 600 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=349291>

#### Дополнительная литература:

- 1.Бондарик Г.К.Инженерная геодинамика : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 130302 'Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания' направления 130300 'Прикладная геология' и магистров техники и технологии направления 130100 'Геология и разведка полезных ископаемых' / Г. К. Бондарик, В. В. Пендин, Л. А. Ярг . - Москва : КДУ, 2007 . - 439 с.
- 2.Иванов И. П. Инженерная геодинамика : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 'Поиски и разведки подземных вод и инженерно-геологические изыскания' направления подготовки дипломированных специалистов 'Прикладная геология' / И. П. Иванов, Ю. Б. Тржцинский . - Санкт-Петербург : Наука, 2001 . - 416 с.
- 4.Основы инженерной геологии: Учебник для средних спец. учебных заведений / Н.А.Платов - 3 изд., перераб., и доп. и исправл. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 192 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=252444>



**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 05.04.01 - Геология

Профиль подготовки: Инженерная геология и гидрогеология урбанизированных территорий

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.