

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



УТВЕРЖДАЮ

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

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Подземная гидродинамика

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Электромагнитные волны в средах

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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) Куштанова Г.Г.

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
опк-3	способностью к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач
ПК-1	способностью использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

фундаментальные разделы радиофизики, необходимые для решения научно-исследовательских задач;

Должен уметь:

использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики

Должен владеть:

фундаментальными разделами физики и радиофизики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач;

Должен демонстрировать способность и готовность:

способностью к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач;

способностью использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики;

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.6 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.03 "Радиофизика (Электромагнитные волны в средах)" и относится к дисциплинам по выбору.

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 - 28 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 14 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 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. Модели однофазной					

фильтрации

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Одномерная установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости и газа в пористой среде.	3	2	2	0	4
3.	Тема 3. Приток жидкости к несовершенным и горизонтальным скважинам.	3	1	0	0	4
4.	Тема 4. Неустановившееся движение упругой жидкости и газа в упругом пласте.	3	1	0	0	4
5.	Тема 5. Нестационарная фильтрация упругой жидкости и газа в пористой среде.	3	1	2	0	4
6.	Тема 6. Движение границы раздела при взаимном вытеснении жидкостей.	3	1	0	0	2
7.	Тема 7. Основы теории фильтрации многофазных систем.	3	2	0	0	6
8.	Тема 8. Особенности фильтрации неньютоновской жидкости.	3	2	0	0	4
9.	Тема 9. Современные методы анализа нестационарных режимов.	3	1	5	0	8
10.	Тема 10. Анализ кривых восстановления и падения давления с помощью специализированного ПО Сапфир.	3	1	5	0	8
	Итого		14	14	0	44

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Модели однофазной фильтрации

Законы сохранения. Уравнение неразрывности. Уравнение движения. Модели однофазной фильтрации по закону Дарси в недеформируемом пласте. Функция Лейбензона. Зависимость параметров флюидов и пористой среды от давления.

Тема 2. Одномерная установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости и газа в пористой среде.

Прямолинейно-параллельная фильтрация несжимаемой жидкости. Плоскорадиальная фильтрация несжимаемой жидкости. Аналогия между фильтрацией несжимаемой жидкости и газа. Плоскорадиальный поток в неоднородных пластах.

Тема 3. Приток жидкости к несовершенным и горизонтальным скважинам.

Виды несовершенства скважин. Скин- эффект. Интенсификация скважин. Приток флюида к горизонтальным скважинам.

Тема 4. Неустановившееся движение упругой жидкости и газа в упругом пласте.

Упругий режим пласта и его особенности. Математическая модель неустановившейся фильтрации упругой жидкости в упругом пласте. Вывод дифференциального уравнения фильтрации упругой жидкости в упругом пласте. Одномерные фильтрационные потоки упругой жидкости. Точные решения уравнения пьезопроводности. Основная формула теории упругого режима. Метод последовательной смены стационарных состояний.

Тема 5. Нестационарная фильтрация упругой жидкости и газа в пористой среде.

Кривые восстановления давления. Методы обработки КВД.

Тема 6. Движение границы раздела при взаимном вытеснении жидкостей.

Плоскорadiaльное вытеснение нефти водой. Распределение давления. Устойчивость движения границы раздела жидкостей.

Тема 7. Основы теории фильтрации многофазных систем.

Обобщенный закон Дарси. Одномерные модели вытеснения несмешивающихся жидкостей. Оценка влияния гравитационных и капиллярных сил. Математическая модель многофазной фильтрации. Построение задачи Баклея-Левретта. Практическое применение решения уравнения Баклея-Левретта. Расчет коэффициента нефтеотдачи. Определение относительных фазовых проницаемостей.

Тема 8. Особенности фильтрации неньютоновской жидкости.

Реологические свойства фильтрующихся жидкостей. Классификация неньютоновских жидкостей. Закон фильтрации вязкопластичной жидкости в идеальной пористой среде. Плоскорadiaльный фильтрационный поток вязкопластичной жидкости. Образование застойных зон при вытеснении нефти водой. Учет явлений запаздывания в теории фильтрации

Тема 9. Современные методы анализа нестационарных режимов.

Типичные режимы фильтрационных потоков для вертикальной, горизонтальной и скважины с ГРП, для бесконечного, ограниченного и пласта с одним нарушением. Коэффициент влияния ствола скважины. Билогарифмический график. Логарифмическая производная давления. Характеристические графики различных течений.

Влияние условий призабойной зоны: влияние объема ствола скважины, скин-эффекта.

Тема 10. Анализ кривых восстановления и падения давления с помощью специализированного ПО Сапфир.

Вертикальная скважина с трещиной бесконечной проводимости, конечной проводимости. Несовершенная по степени вскрытия скважина. Горизонтальная скважина.

Влияние границ области: закрытый истощаемый пласт, постоянного давления, одиночный разлом, два параллельных разлома. Трещиновато-пористый коллектор.

Исследование скважин методом КВД для истощаемого пласта, при переменном дебите перед остановкой.

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)

гидродинамические исследования скважин - <https://www.youtube.com/watch?v=XvDCEezxw7E>

губкинский университет -

http://www.gubkin.ru/faculty/oil_and_gas_development/chairs_and_departments/field_development_and_operation/

опыты с неньютоновской нефтью - <http://www.youtube.com/watch?v=unfbSxDLYi4>

сайт фирмы КАППА - <http://www.kappaeng.com/software/saphir>

тюменский нефтегазовый университет - <http://window.edu.ru/resource/541/46541/files/tgngnu24.pdf>

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

Лекционный курс. Лекционный курс способствует формированию общего представления об изучаемой теме, поэтому рекомендуется изучение литературы и источников сети Интернет, представленных в рабочей программе. Перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала надо обратиться к основным литературным источникам. Обратить особое внимание на физическую сущность основных рассматриваемых теоретических положений, размерности величин.

Практические занятия. До очередного практического занятия по конспекту (или литературе) проработать теоретический материал, соответствующий темы занятия; в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения; - иметь при себе конспект лекций;

Подземная гидромеханика является специальным разделом механики сплошных сред. При определении величин, характеризующих процесс фильтрации, и написании законов сохранения используется гипотеза сплошности. Вводятся фиктивные (эфффективные) величины. Следует обратить внимание на отличие истинной средней скорости течения флюида и скорости фильтрации.

При записи математической модели изотермической фильтрации на основе законов сохранения пояснить смысл уравнения неразрывности, а также закона Дарси, как закона сохранения импульса. Обратить внимание на определяющие уравнения.

При обсуждении формулы Дюпюи вводится понятие индикаторной линии и коэффициента продуктивности, связанных с практическими технологическими показателями разработки и методом исследования скважин на стационарных режимах.

Проиллюстрировать аналогию между фильтрацией жидкости и газа. Обратит внимание на структуру формул индикаторных кривых для жидкости и газа, а также от закона фильтрации.

При рассмотрении фильтрации в неоднородных пластах уделить внимание структуре среднего коэффициента проницаемости, обращая внимание на неоднородный характер реальных пластов и смысл определяемых в этом случае параметров.

В разделе несовершенства скважин и скин-фактора отметить как механические проблемы в призабойной зоне, так и нарушения прямолинейности потоков, превышения критических скоростей. Понять, что независимо от слагающих факторов результирующим параметром является их сумма. Рассмотреть связь скин-фактора с приведенным радиусом скважины. Дать также трактовку скин-фактора как неоднородной зоны пласта. Обратит внимание на структуру формулы для дебита при наличии скина.

Перейти к неустановившимся процессам. При обсуждении основной формулы упругого режима очертить рамки использования логарифма как приближения интегральной показательной функции.

Раздел особенности фильтрации неньютоновской жидкости. В отличие от ньютоновской жидкости вязкость не является константой, а функцией касательного напряжения. Проследить изменение реологических свойств в зависимости от структуры. Отметить наличие начального градиента сдвига у нефтей, практические последствия такой реологии и возможностей снижения этого параметра.

При изучении многофазной фильтрации важным является отличие такового течения от однофазного, взаимовлияние фаз. Следует подробно остановиться на характерном виде зависимостей относительных фазовых проницаемостей от водонасыщенности.

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.

Специализированная лаборатория.

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 03.04.03 "Радиофизика" и магистерской программе "Электромагнитные волны в средах".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.6 Подземная гидродинамика

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Электромагнитные волны в средах

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Основная литература:

Куштанова Г.Г. Подземная гидромеханика: конспект лекций/Г.Г. Куштанова . ?Казань, Издательство Казанского университета, 2015. ?116с. ?http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_44_kl-000834.pdf

Куштанова Г.Г. WELL TEST ANALYSIS. Уч. - метод. пособие./ Г.Г. Куштанова.- Казань: КПФУ, 2015-42с.
http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_44_A5-001001.pdf

Карнаухов М.Л. Современные методы гидродинамических исследований скважин : справочник инженера по исследованию скважин : уч. пос. для студ. высших учебных заведений/ М. Л. Карнаухов, Е. М. Пьянкова.? Москва: Инфра-Инженерия, 2013 .? 432с?10 экз.

Дополнительная литература:

Коршак А.А, Нефтегазопромысловое дело : введение в специальность [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / Коршак А.А. . ?Ростов н/Д : Феникс, 2015. ? 348с. ?
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222243091.html>

Сазанов И. И. Гидравлика: Учебник / Сазанов И.И., Схиртладзе А.Г., Иванов В.И. - М.:КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 320 с.: <http://znanium.com/bookread2.php?book=601869>

Семенов, В. П. Основы механики жидкости [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. П. Семенов. - М.: ФЛИНТА, 2013. - 375 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=462982>

Мазо А.Б. Гидродинамика : учебное пособие для студентов нематематических факультетов / А. Б. Мазо, К. А. Поташев; Казан. (Приволж.) федер. ун-т. Изд. 2. Казань : Казанский университет, 2013 . 124 с.
URL:<http://libweb.ksu.ru/ebooks/publicat/0-772753.pdf>.-8 экз

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.6 Подземная гидродинамика

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

Направление подготовки: 03.04.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Электромагнитные волны в средах

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

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