

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 10 от «08» апреля 2020 г.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой / Ковалева Л.А.



/ Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТЕОРИИ ФИЛЬТРАЦИИ

*(наименование дисциплины)*

Б1.В.ДВ.06.01 вариативная часть, дисциплина по выбору

*(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))*

**программа магистратуры**

Направление подготовки (специальность)

03.04.02 Физика

*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Направленность (профиль) подготовки


Моделирование нефтегазовых процессов

*(наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация

Магистр

*(квалификация)*


Разработчик (составитель) <u>Доцент, кандидат физико-математических наук</u> <u>профессор</u> (должность, ученая степень, ученое звание)	 /Киреев В.Н. (подпись, Фамилия И.О.)
---	---

Для приема: 2020 г.

Уфа 2020 г.

Составитель / составители: Киреев В.Н.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «08» апреля 2020 №10

Заведующий кафедрой  / Л.А.Ковалева

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)</i>	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)**

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

**ОК-1** - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

**ОПК-5** – способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки

**ПК-1** -способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	методы расчета и основные расчетные формулы теории упругого режима; приближенные методы теории упругого режима;	ОК-1	
	технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных нефтегазовых технологий;	ОПК-5	
	методы расчета и основные расчетные формулы для одномерных установившихся потоков жидкости и газа (при линейных и нелинейных законах фильтрации);	ПК-1	
Умения	решать и проводить анализ задач по темам: установившиеся потоки жидкости и газа (при линейных и нелинейных законах фильтрации); плоские потоки и решение плоских задач методом потенциалов; теория упругого режима; приближенные методы теории упругого режима; неустановившееся течение газа; приближенные методы теории упругого режима;	ОК-1	
	ставить цели и формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций;	ОПК-5	
	использовать знания о составах и свойствах нефти и газа в соответствующих расчетах; навыки выявления и устранения «узких мест» производственного процесса	ПК-1	
Владения	математическим аппаратом подземной	ОК-1	

(навыки / ОПЫТ деятельности)	гидродинамики		
	методами оценки и предотвращения экономического ущерба в процессе бурения, эксплуатации скважин и транспорта нефти и газа, а также управления качеством производственной деятельности;	ОПК-5	
	навыками исследовательской работы в области разработки нефтяных и газовых месторождений.	ПК-1	

## **2. Цель вместо дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Компьютерное моделирование в теории фильтрации» является предметом по выбору и входит в раздел «Б1.В.ДВ.3.2» (дисциплины по выбору) ФГОС по направлению подготовки 03.04.02 «Физика», программа подготовки "Моделирование нефтегазовых процессов".

Целью курса является образование базы знаний о движении жидкостей, газов и их смесей в пористых горных породах, то есть тех знаний, которые являются теоретической основой разработки нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений. Полученные в результате изучения дисциплины знания, в свою очередь, позволят сформировать базу знаний по объектам будущей профессиональной деятельности выпускника, а также по видам деятельности: научно-исследовательская, производственно-технологическая, организационно-управленческая. задача дисциплины познакомить студентов с теорией фильтрации; – дать навыки нахождения приближенных аналитических решений линейных и нелинейных краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений, так и для уравнений в частных производных.

Для успешного изучения дисциплины необходимы знания, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин: «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения». Этим самым данный предмет способствует формированию у будущих специалистов целостного понимания и анализа процессов и явлений в области избранной профессиональной деятельности.

## **2. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 1. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции:

**ОК-1** - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап	Знает методы расчета и основные расчетные формулы теории упругого режима; приближенные методы теории упругого режима;	Имеет фрагментарные знания, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Уверенно знает профессиональную лексику, готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; знает основы делового общения.
Второй этап	Умеет решать и проводить анализ задач по темам: установившиеся потоки жидкости и газа (при линейных и нелинейных законах фильтрации); плоские потоки и решение плоских задач методом потенциалов; теория упругого режима; приближенные методы теории упругого режима; неустановившееся течение газа; приближенные методы теории упругого режима;	Не умеет научно анализировать социокультурные, общественно значимые проблемы и процессы.	Уверенно проводит анализ социокультурных, общественно значимых проблемы и процессы; проблемы соотношения техники и технических наук, научного познания и инженерно-технической деятельности.
Третий этап	Владеет математическим аппаратом подземной гидродинамики	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач

**ОПК-5** – способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки

Этап (уровень) освоения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено

компетенции			
Первый этап	технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных нефтегазовых технологий;	Имеет фрагментарные знания, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Уверенно знает профессиональную лексику, готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; знает основы делового общения.
Второй этап	ставить цели и формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций;	Не умеет научно анализировать социокультурные, общественно значимые проблемы и процессы.	Уверенно проводит анализ социокультурных, общественно значимых проблемы и процессы; проблемы соотношения техники и технических наук, научного познания и инженерно-технической деятельности.
Третий этап	методами оценки и предотвращения экономического ущерба в процессе бурения, эксплуатации скважин и транспорта нефти и газа, а также управления качеством производственной деятельности;	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для решения поставленных задач

**ПК-1** - способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта

Этап (уровень освоения компетенции)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
Первый этап	методы расчета и основные расчетные формулы для одномерных установившихся потоков жидкости и газа (при линейных и нелинейных законах фильтрации);	Имеет фрагментарные знания, не готов к участию в дискуссии на профессиональные темы;	Уверенно знает профессиональную лексику, готов к участию в дискуссии на профессиональные темы; знает основы делового общения.
Второй этап	использовать знания о составах и свойствах нефти и газа в соответствующих расчетах; навыки выявления и устранения «узких мест» производственного процесса	Не умеет научно анализировать социокультурные, общественно значимые проблемы и процессы.	Уверенно проводит анализ социокультурных, общественно значимых проблемы и процессы; проблемы соотношения техники и технических наук, научного познания и инженерно-технической деятельности.
Третий этап	навыками исследовательской работы в области разработки нефтяных и газовых месторождений.	Не способен работать с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением	Владеет навыками работы с различными источниками информации; применения современных инструментальных средств для проведения информационно-поисковой работы с последующим внедрением данных для



		данных для решения поставленных задач	решения поставленных задач
--	--	---------------------------------------	----------------------------

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Оценочные средства
Знания	методы расчета и основные расчетные формулы теории упругого режима; приближенные методы теории упругого режима;	ОК-1	Проверка контрольной работы
	технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных нефтегазовых технологий;	ОПК-5	
	методы расчета и основные расчетные формулы для одномерных установившихся потоков жидкости и газа (при линейных и нелинейных законах фильтрации);	ПК-1	
Умения	решать и проводить анализ задач по темам: установившиеся потоки жидкости и газа (при линейных и нелинейных законах фильтрации); плоские потоки и решение плоских задач методом потенциалов; теория упругого режима; приближенные методы теории упругого режима; неустановившееся течение газа; приближенные методы теории упругого режима;	ОК-1	Проверка контрольной работы
	ставить цели и формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций;	ОПК-5	
	использовать знания о составах и свойствах нефти и газа в соответствующих расчетах; навыки выявления и устранения «узких мест» производственного процесса	ПК-1	
Владения (навыки / опыт деятельности)	математическим аппаратом подземной гидродинамики	ОК-1	Проверка контрольной работы
	методами оценки и предотвращения экономического ущерба в процессе бурения, эксплуатации скважин и транспорта нефти и газа, а также управления качеством производственной деятельности;	ОПК-5	
	навыками исследовательской работы в области разработки нефтяных и газовых	ПК-1	

	месторождений.		
--	----------------	--	--

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),  
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

### Примерные задания для контрольной работы

Закон Дарси определяет:

1. линейный закон фильтрации
2. квадратичный закон фильтрации
3. логарифмический закон фильтрации

Чем характеризуется гидродинамически совершенная скважина?

1. пласт вскрыт на всю мощность
2. боковая поверхность скважины равномерно перфорирована
3. движение жидкости к скважине описывается законом Дарси

Отношение скорости фильтрации к гидравлическому уклону является:

1. коэффициент пористости
2. коэффициент фильтрации
3. коэффициент проницаемости

Что такое приведенный радиус несовершенной скважины

1. гидравлический радиус цилиндрического канала с перфорацией
2. радиус такой совершенной скважины, дебит которой равен дебиту несовершенной
3. радиус электролитической модели скважины с двойным видом несовершенства

Что такое индикаторная диаграмма?

1. зависимость забойного давления от глубины эксплуатационной скважины
2. зависимость скорости фильтрации от дебита скважины
3. зависимость дебита скважины от депрессии

Что такое гидравлический уклон?

1. Угол наклона гидравлической системы к горизонтальной плоскости
2. Зависимость гидравлических потерь от критерия Рейнольдса
3. Потери напора на метр длины одномерного потока

Что определяется по формуле Дюпюи?

1. Объемный дебит при плоско-радиальной фильтрации
2. Объемный дебит при прямолинейно-параллельной фильтрации
3. массовый дебит при сферически-радиальной фильтрации

Концевые точки на диаграмме относительных фазовых проницаемостей?

1. Остаточная нефте-водонасыщенности.
2. Абсолютные проницаемости.

Что такое масштабирование ОФП?

1. Перенос ОФП с керна на модель
2. Изменение концевых точек
3. Нормирование ОФП

**Примерные вопросы для подготовки к зачету**

1. Основные характеристики пористой среды.
  2. Закон Дарси. Абсолютная проницаемость.
  3. Уравнение сохранения массы жидкости и газа в пористой среде.
  4. Микромеханика пористых сред. Фазовые проницаемости, капиллярное давление и функция Леверетта.
  5. Фильтрация однородной упругой жидкости в деформируемом пласте.
  6. Функция Лейбензона.
  7. Равновесие двух жидкостей в поле сил тяжести.
  8. Двухфазная фильтрация. Задачи Баклея - Леверетта и Раппопорта- Лиса.
  9. Двухфазная фильтрация с учетом гравитационных сил.
  10. Двухкомпонентная фильтрация. Безразмерная система уравнений. Критерии подобия.
  11. Функции относительных фазовых проницаемостей.
  12. Расчет коэффициента вытеснения нефти.
  13. Уравнение пьезопроводности.
  14. Распределение давления в пласте при постоянном расходе жидкости, притекающей в скважину.
  15. Равновесие двух жидкостей в поле сил тяжести.
- Капиллярные процессы в пористой

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Баренблатт Г.И., Ентов В.М., Рыжик В.М. Движение жидкости и газов в природных пластах. М.: Недра, 1984.

#### **Дополнительная литература**

1. Мирзаджанзаде, АзатХалилович. Физика нефтяного и газового пласта : учебник для вузов / А. Х. Мирзаджанзаде, И. М. Ахметов, А. Г. Ковалев .— Москва : Недра, 1992 .— 270 с.

### **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронно-библиотечная система «Электронный читальный зал»:

<https://bashedu.bibliotech.ru/Account/LogOn>

2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»:

<http://www.biblioclub.ru/>

3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»: <http://e.lanbook.com/>

4. Электронно-библиотечная система «КнигаФонд»: <http://www.knigafund.ru/>

5. Учебно-методическая и профессиональная литература для студентов и преподавателей технических, естественно-научных и гуманитарных специальностей: <http://www.twirpx.com/>

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<p><b>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>3. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).</p> <p><b>5. Помещения для самостоятельной работы:</b> Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж), Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж), аудитория № 406 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).</p>	<p><b>Аудитория № 218</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, кондиционер (сплит-система) Haier HSU-24HEK203/R2- HSU-24HUN03/R2, экран настенный с электроприводом ClassicLyra 203x203 (E195x195/1 MW-L8/W), ноутбук HPMini 110-3609er Atom N455/2/250/WiFi/BT/Win7St/10.1"/1.29кг, проектор BenQ MX520 (9H.J6V77.13E/9H.J6V77.13F).</p> <p><b>Читальный зал №1</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.</p> <p><b>Читальный зал №2</b> Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50</p> <p><b>Аудитория №406</b> Учебная мебель, доступ в интернет, Компьютер в составе Asus – 4 шт.; Кондиционер(сплит-система) Haier, МФУ Куосега; Персональный компьютер в комплекте № 1 iRUCorp – 6 шт.</p>	<p>1. Windows 8 Russian. OLP NL OLP NL AcademicEdition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные. №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Windows Professional 8 Russian. OLP NL AcademicEdition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Microsoft Office Standart 2013 Russian. OLP NL OLP NL AcademicEdition. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Компьютерное моделирование в теории фильтрации 4 семестре  
(наименование дисциплины)

очно-заочная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	38.7
лекций	22
практических/ семинарских	-
лабораторных	16
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0.7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	69,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма(ы) контроля:

    экзамен \_\_\_ 4 \_\_\_ семестр

    зачет \_\_\_\_\_ семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)	
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.	Основные понятия и определения	2			8	Д.Л.1 §§81-83	работа литературой; выполнение домашнего задания	с	
2.	Физические основы описания фильтрации	2		4	8	Д.Л.1 §§81-83	работа литературой; выполнение домашнего задания	с	
3.	Особенности фильтрационных течений в анизотропных пластах	2		4	8	Д.Л.1 §§82,89,90	работа литературой; выполнение домашнего задания; решение контрольной работы	с	Проверка контрольной работы
4.	Математические модели однофазной изотермической фильтрации	4		4	8	Д.Л.1 §§85,87,100	работа литературой; выполнение домашнего	с	



							задания	
5.	Одномерные течения в однородной и неоднородной средах	2		4	9,3	Д.Л.5 гл. 2,3 О.Л.1 раздел 1.1 – 1.3 Д.Л.3 гл.1	работа литературой; выполнение домашнего задания	с
6.	Многокомпонентные смеси	4		6	9	Д.Л.5 гл. 2,3 О.Л.1 раздел 1.4 – 1.6	работа литературой; выполнение домашнего задания; решение контрольной работы	с
7.	Основы двухфазной фильтрации	4		6	9	Д.Л.5 гл. 7.5 О.Л.1 раздел 4.1, 4.3.3 Д.Л.4 гл.1	работа литературой; выполнение домашнего задания	с
8.	Постановка задач вытеснения	2			10	О.Л.1 раздел 2.1, 3.1, 4.1	подготовка к итоговой контрольной работе	Проверка контрольной работы
	<b>Всего часов:</b>	22		16	69,3			

