

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

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол №6 от «22» января 2021 г.

Зав. кафедрой  /Ковалева Л.А.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

 / Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Подземная гидродинамика


Вариативная часть, дисциплина по выбору

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)  
03.03.01 Прикладные математика и физика

Направленность (профиль) подготовки  
Моделирование физических процессов и технологий

Квалификация  
Бакалавр

Разработчик (составитель) проф., д.ф.-м.н., проф.	 /Хабибуллин И.Л.
--	---

Для приема: 2021

Уфа 2021 г.

Составитель / составители: Хабибуллин И.Л.

Рабочая программа дисциплины *утверждена* на заседании кафедры протокол от «22» января 2021г. № 6

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Ковалева Л.А. /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Ковалева Л.А. /

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / Ковалева Л.А. /

## 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. *Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)*
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  
спланируемыми результатами освоения образовательной программы  
(с ориентацией на карты компетенций)**

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

ОПК-3–способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации

ПК-1–способностью планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования

ПК-3– способностью анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать основные математические методы, используемые при решении задач теории фильтрации	ОПК-3	
	2. Знать основные понятия и уравнения теории фильтрации, уравнения двухфазной фильтрации	ПК - 1	
	3. Знать о гидродинамических методах исследования эксплуатационных и нагнетательных скважин	ПК -3	
Умения	1.Использовать знания, полученные при изучении данного курса, в процессе последующего изучения других курсов, выполнение НИР и выпускной квалификационной работы	ОПК - 3	
	2. Уметь формулировать цель исследования, обосновать выбор метода и условия достижения цели, понимать принципы составления проектов работ в избранной области и экономические аспекты проектной	ПК - 1	

	деятельности		
	3. Уметь решать основные задачи стационарной и нестационарной фильтрации жидкости представлять полученные результаты с использованием современных средств в форме отчетов, презентаций, докладов	ПК -3	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть аппаратом теории фильтрации для решения задач в избранной области профессиональной деятельности	ОПК - 3	
	2. Владеть приближенными способами решения задач фильтрации упругой жидкости	ПК-1	
	3. Применять уравнения теории фильтрации для решения прикладных задач подземной гидродинамики	ПК - 3	

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

Дисциплина «*Подземная гидродинамика*» относится к *вариативной* части.

Дисциплина изучается на *Зкурсе*в 6 семестре.

Целью изучения дисциплины «*Подземная гидродинамика*» является формирование у студентов научного мировоззрения на основе изучения теоретических положений и основных закономерностей подземной гидродинамики, для того, чтобы использовать полученные знания в своей профессиональной деятельности.

Данный курс предназначен для студентов направления 03.03.01 «Прикладные математика и физика». Курс «*Подземная гидродинамика*» позволяет сформулировать и решать задачи по изучению процессов фильтрации жидкостей и газов в пористых средах, в том числе нефтегазоносных пластах.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой математической и физической подготовкой в рамках университетского курса для студентов физиков и навыками владения современными вычислительными средствами. Обучаемый должен владеть основными понятиями физики. По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с такими предметами как «Механика сплошной среды», «Гидродинамические исследования скважин» и «Физические основы разработки нефтегазовых месторождений» и способствует формированию у будущих специалистов целостного понимания и анализа процессов и явлений в области избранной профессиональной деятельности.

Дисциплина «*Подземная гидродинамика*» призвана помочь студентам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение выпускной классифицированной работы, а также изучению таких дисциплин как «Механика сплошной среды», «Подземная газодинамика».

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 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

Код и формулировка компетенции:

ОПК-3–способностью понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (Пороговый уровень)	Знать базовые теоретические положения и методы подземной гидродинамики и для решения профессиональных задач	Отрывочные знания основных математических методов, используемых при решении задач теории фильтрации	Неполные представления о математических методах, используемых при решении задач теории фильтрации	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о математических методах, используемых при решении задач теории фильтрации	Сформированные, систематизированные знания о математических методах, используемых при решении задач теории фильтрации
Второй этап (Базовый уровень)	Уметь решать основные задачи подземной гидродинамики	Фрагментарные умения по использованию методов подземной гидродинамики и для решения профессиональных задач	Неполные умения по использованию методов подземной гидродинамики для решения профессиональных задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания, по использованию методов подземной гидродинамики для решения профессиональных задач	Сформированные, систематизированные знания по использованию методов подземной гидродинамики для решения

					профессиональных задач
Третий этап (Повышенный уровень)	Владеть навыками использования знаний в области подземной гидродинамики и для решения профессиональных задач	Фрагментарное владение аппаратом теории фильтрации для решения задач в избранной области профессиональной деятельности	Неполное владение аппаратом теории фильтрации для решения задач в избранной области профессиональной деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы владения для решения задач в избранной области профессиональной деятельности	Сформированные и систематизированные навыки использования аппарата теории фильтрации

ПК-1–способностью планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (Пороговый уровень)	Знать методы подземной гидродинамики, о механизмах процессов подземной гидродинамики их математическом описании	Отрывочные знания основных математических методов, используемых при решении задач теории фильтрации	Неполные представления о математических методах, используемых при решении задач теории фильтрации	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о математических методах, используемых при решении задач теории фильтрации	Сформированные, систематизированные знания о математических методах, используемых при решении задач теории фильтрации



Второй этап (Базовый уровень)	Уметь использовать знания в области подземной гидродинамики при проведении научных исследований	Фрагментарные умения по использованию методов подземной гидродинамики для решения профессиональных задач	Неполные умения по использованию методов подземной гидродинамики для решения профессиональных задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания, по использованию методов подземной гидродинамики для решения профессиональных задач	Сформированные, систематизированные знания по использованию методов подземной гидродинамики для решения профессиональных задач
Третий этап (Повышенный уровень)	Владеть аппаратом подземной гидродинамики для решения задач в избранной области профессиональной деятельности	Фрагментарное владение аппаратом теории фильтрации для решения задач в избранной области профессиональной деятельности	Неполное владение аппаратом теории фильтрации для решения задач в избранной области профессиональной деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы владения для решения задач в избранной области профессиональной деятельности	Сформированные и систематизированные навыки использования аппарата теории фильтрации

ПК-3– способностью анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

Первый этап (Пороговый уровень)	Знать современные методы обработки, анализа и синтеза физической информатики в области подземной гидродинамики	Отрывочные знания основных математических методов, используемых при решении задач теории фильтрации	Неполные представления о математических методах, используемых при решении задач теории фильтрации	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о математических методах, используемых при решении задач теории фильтрации	Сформированные, систематизированные знания о математических методах, используемых при решении задач теории фильтрации
Второй этап (Базовый уровень)	Уметь пользоваться современными методами обработок и анализа информации в задачах подземной гидродинамики	Фрагментарные умения по использованию методов подземной гидродинамики и для решения профессиональных задач	Неполные умения по использованию методов подземной гидродинамики для решения профессиональных задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания, по использованию методов подземной гидродинамики для решения профессиональных задач	Сформированные, систематизированные знания по использованию методов подземной гидродинамики для решения профессиональных задач
Третий этап (Повышенный уровень)	Владеть навыками проводить численные расчеты при решении физических задач и обработке экспериментальных результатов	Фрагментарное владение аппаратом теории фильтрации для решения задач в избранной области профессиональной деятельности	Неполное владение аппаратом теории фильтрации для решения задач в избранной области профессиональной деятельности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы владения для решения задач в избранной области профессиональной деятельности	Сформированные и систематизированные навыки использования аппарата теории фильтрации

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 экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**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**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать базовые теоретические положения и методы подземной гидродинамики для решения профессиональных задач	ОПК-3	Проверка конспектов
	Знать методы подземной гидродинамики, о механизмах процессов подземной гидродинамики в математическом описании	ПК-1	
	Знать современные методы обработки, анализа и синтеза физической информатики в области подземной гидродинамики	ПК-3	
2-й этап Умения	Уметь решать основные задачи подземной гидродинамики	ОПК-3	Проверка конспектов, Контрольная работа
	Уметь использовать	ПК-1	

	знания в области подземной гидродинамики при проведенных научных исследований		
	Уметь пользоваться современными методами обработок и анализа информации в задачах подземной гидродинамики	ПК-3	
3-й этап  Владеть навыками	Владеть навыками использования знаний в области подземной гидродинамики для решения профессиональных задач	ОПК-3	Контрольная работа
	Владеть аппаратом подземной гидродинамики для решения задач в избранной области профессиональной деятельности	ПК-1	
	Владеть навыками проводить численные расчеты при решении физических задач и обработке экспериментальных результатов	ПК-3	

#### **4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)**

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

#### **Экзаменационные билеты**

Примерные вопросы для экзамена:

1. Основные понятия и гипотезы процесса фильтрации.
2. Особенности фильтрационных течений.
3. Уравнение неразрывности для фильтрационного потока.
4. Уравнение состояния пластовых флюидов и скелета пористой среды.
5. Полная система уравнений однофазной фильтрации жидкости.
6. Уравнение нестационарной фильтрации жидкости.
7. Основные краевые условия для задач теории фильтрации.
8. Коэффициенты упругоэластичности и пьезопроводности. Параметр Фурье.
9. Уравнение фильтрации газа
10. Теория стационарной фильтрации. Плоскопараллельный поток.
11. Плоскорадиальный поток. Формула Дюпюи.
12. Закон движения частиц жидкости вдоль траектории.
13. Метод индикаторных диаграмм.

### Образец экзаменационного билета:

Приведен в приложении 3.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

#### **Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### Примерные задания для контрольной работы

- 1) Определить коэффициент упругости, если коэффициент объемной упругости  $2 \cdot 10^{-10} \text{ 1/Па}$ ,  $\beta_{\text{ж}} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ 1/Па}$  и пористость  $m_0 = 0,2$
- 2) Найти объем жидкости выделяемый из пласта, характеризуемый параметрами зад. 1 при снижении давления на 50 атм, размеры пласта: толщина 10 м, ширина 500 м, длина 1000 м.
- 3) Оценить время выхода давления на стационарный режим в пласте длиной 100 м, коэффициент пьезопроводности пласта  $1 \text{ м}^2/\text{с}$ .
- 4) В пласт толщиной  $h = 10 \text{ м}$ , пористостью  $m = 0,2$ , через скважину закачивается жидкость с дебитом  $Q = 100 \text{ м}^3/\text{сут}$ . Найти радиус фронта нагнетаемой жидкости через 10 суток, если  $r_c = 0,1 \text{ м}$
- 5) Найти время движения выделенной частицы жидкости от контура с  $r_k = 100 \text{ м}$  до  $r_c = 0,1 \text{ м}$ , дебит жидкости  $Q = 50 \text{ м}^3/\text{сут}$ , пористость  $m = 0,2$ , мощность пласта 5 м.
- 6) Найти время вытеснения нефти водой в пласте, если расстояние между линиями нагнетания воды и отбора нефти  $h = 100 \text{ м}$ ,  $m = 0,2$ ,  $P_r - P_k = 20 \text{ атм}$ ,  $\mu_1 = 1 \text{ мПа} \cdot \text{с}$ ,  $\mu_2 = 10 \text{ мПа} \cdot \text{с}$ ,  $k = 0,1 \text{ Д}$
- 7) Определить упругий запас нефти в замкнутой области нефтеемкостью  $S = 4500 \text{ га}$ ,  $h = 15 \text{ м}$ , если среднее давление в пласте изменилось на 50 атм. Коэффициенты сжимаемости  $\beta_n = 2,4 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{Н}$ ,  $\beta_b = 4,6 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{Н}$ ,  $\beta_c = 1,2 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{Н}$ . Насыщенность пласта связанная с водой 20%, пористость 18%.
- 8) Определить дебит галереи, расположенной в полосообразном пласте шириной  $b = 300 \text{ м}$ ,  $h = 15 \text{ м}$ ,  $k = 0,2$  через  $t = 2$  сутки после начала эксплуатации с  $P_r = 2,8 \text{ МПа}$ ,  $P_k = 12,74 \text{ МПа}$ ,  $m = 0,2$ ,  $\mu = 1,5 \text{ мПа} \cdot \text{с}$ ,  $\beta_c = 0,61 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{Н}$ . В пласте имеет место неустановившаяся фильтрация упругой жидкости.
- 9) Оценить экспоненциальное слагаемое в выражении для скорости при плоскорадиальной фильтрации в двух точках пласта:  $r_1 = 1 \text{ м}$  от скважины,  $r_2 = 100 \text{ м}$  для двух моментов времени  $t_1 = 60 \text{ с}$  и  $t_2 = 10 \text{ с}$

Критерии оценки (в баллах)

<b>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов</b>	<b>1 балл</b>
<b>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько недостатков</b>	<b>0,5 баллов</b>
<b>Нет правильного ответа</b>	<b>0 баллов</b>

### Участие в конференциях, публикация статей

#### 1. Публикация статей – 5 баллов

Критерии	Оценка (в баллах)	
Тип работы	Реферативная работа	0,1
	Работа носит исследовательский характер	0,3
	Работа является исследованием	0,6
Использование известных данных и научных фактов	Не использует никаких данных	0
	Автор использовал известные данные	0,4
	Использованы уникальные научные данные	0,6

Полнота цитируемой литературы, ссылка на ученых	Использован учебный материал	0,1
	Использованы специализированные издания	0,3
	Использованы интернет ресурсы	0,6
Актуальность работы	Изучение вопроса не является актуальным	0
	Представленная работа привлекает интерес своей актуальностью	0,4
	Работа содержит научный характер	0,6
Степень новизны полученных результатов	Работа не содержит ничего нового	0
	В работе доказан уже установленный факт	0,4
	В работе получены новые данные	0,6

## 2. Участие в конференции- 5 баллов

Творческий подход к отбору и структурированию материала	-	1 балл
Новизна и самостоятельность при постановке проблемы	-	1 балл
Выступление не является простым чтением с экрана	-	1 балл
В выступлении дополняются и раскрываются ключевые моменты, представленные на слайдах	-	1 балл
Во время выступления поддерживается зрительный контакт с аудиторией, речь отличается богатством интонаций	-	1 балл

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

#### Основная литература:

1. Басниев К.С., Кочина И.Н., Максимов В.М. Подземная гидродинамика: Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1993 – 416 с.

Библиотека БашГУ .

BSU 21.08.2015

Местонахождение и доступность

**Место хранения Всего экз. Свободных экз. Шифр**

БашГУ

аб2	7	7	532.5 Б27
м	5	5	532.5 Б27
чз2	2	2	532.5 Б27

2. Басниев К.С., Дмитриев Н.Н., Каневская Р.Д., Максимов В.М. Подземная гидродинамика. Москва-Ижевск ИКИ, 2006 г.

Библиотека БашГУ .

BSU 09.06.2009

Местонахождение и доступность

**Место хранения Всего экз. Свободных экз. Шифр**

БашГУ

аб2	5	5	6П1.6 Б27
м	1	1	6П1.6 Б27
чз2	2	2	6П1.6 Б27

3. Хабибуллин И.Л. Физика сплошных сред в примерах и задачах: Учебное пособие. – Уфа: БашГУ, 2009. – 87с. (<https://bashedu.bibliotech.ru/Account/LogOn>)

#### Дополнительная литература:

1. Евдокимова В.А., Кочина И.Н. Сборник задач по подземной гидравлике. – М.: Недра, 2007 – 168 с.

2. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. – М.: Наука, 1977. – 664 с.

3. Баренблатт Г.И., Ентов В.М., Рыжик В.М. Движение жидкостей и газов в природных пластах. – М.: Недра, 1984 – 208 с.

4. Максимов В.М. Основы гидротермодинамики пластовых систем – М.: Недра, 1994.- 201 с.

5. Желтов Ю.П. Механика нефтегазонаосного пласта. – М.: Недра, 1975. – 216 с.

6. Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика. – Москва-Ижевск ИКИ, 2006 г. (<http://knigopedia.ru>).

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



1. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=704](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=704))
2. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=2232](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=2232)).
3. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
4. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов»  
<http://school-collection.edu.ru/>
5. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредитации ([www.fepo.ru](http://www.fepo.ru)).
6. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
7. [www.affp.mics.msu.su](http://www.affp.mics.msu.su)

6.

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

Для проведения лекционных занятий используется аудиторный фонд физико-технического института.

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Учебная аудитория № 218 (физмат корпус-учебное).	Лекции	<p align="center"><b>Наименование оборудования</b></p> <p>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 align="center"><b>Программноеобеспечение</b></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. Лицензиибессрочные.</p>
Аудитория № 425 компьютерный класс (физмат корпус-учебное).	Лабораторные работы	<p align="center"><b>Наименование оборудования</b></p> <p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, компьютер в составе:SOC -1150 AsusIntelCore i3-4150.4096 mb.1024 mb.64bit DDR3.монитор 23, клавиатура,мышь, кондиционер (сплит-система)Haier HSU-18HEK203/R2-HSU-18HUN03/R2, копировальный аппарат Canon FC-230, персональный компьютер в комплекте №1 KlamaSoffice, монитор Dell 21 - 8 шт., принтер HP LaserJet 1220 лазерный A4 (принт+копир+сканер), принтер Samsung ML-1750 лазерный (A4, 16 стр/мин, 1200*600dpi, LPT/USB 2.0), проектор BenQProjectorPB7.210 (DIP,1024*768, D-sub, RCA, S-Video,Component, USB), системный блок компьютера Celeron 315-2.26/s478 EliteGroup P4M800-M/256Mb/80Gb/3.5"/CD-ROM/ATX, шкаф лабораторный ШЛ-06 МСК 900*500*1850 2-х створчатый верх-стекло,низ-металл</p> <p align="center"><b>Программноеобеспечение</b></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</p>

		от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные. 4. Права на использование Roxar software. Лицензия № RU 970297-A 5. Лицензионный договор № 100017/02314Д от 16.06.2017 г. Бессрочно.
Читальный зал №2, аудитория № 406 компьютерный класс (физматкорпус-учебное), система централизованного тестирования БашГУ	Самостоятельная работа	<p align="center"><b>Наименование оборудования</b></p> <p align="center"><b>Читальный зал №2</b></p> <p>Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50</p> <p align="center"><b>Аудитория №406</b></p> <p>Учебная мебель, доступ в интернет, Компьютер в составе: SOC -1150 AsusIntelCore i3-4150.4096 mb.1024 mb.64bit DDR3.монитор 23, клавиатура,мышь – 4 шт.; Кондиционер(сплит-система) Haier HSU-24HEK203/R2- HSU-24HUN03/R2 210136000003093, МФУ Kyocera V2030 DN 210134000003069; Персональный компьютер в комплекте № 1 iRUCorp – 6 шт.</p> <p align="center"><b>Программное обеспечение</b></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  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Подземная гидродинамика на 6 семестре  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	65.7
лекций	32
практических/ семинарских	32
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1.7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	25.5
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	52.8

Форма(ы) контроля:

    экзамен \_\_\_ 6 \_\_\_ 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
	<b>Модуль 1</b>							
1.	Предмет и методы подземной газодинамики. Основные гипотезы теории фильтрации.	4	4		1	О1, О2.	изучение дополнительной литературы, Д2.	
2.	Основные понятия теории фильтрации. Скорость фильтрации. Закон Дарси.	2	2		2	О1, О2	изучение дополнительной литературы, Д2, Д3.	Устный опрос
3.	Уравнение неразрывности для фильтрационного потока. Уравнения состояния пластовых флюидов и скелета пористой среды.	4	4		1	О1, О2.	решение задач О3, Д1	Устный опрос
4.	Полная система уравнений нестационарной фильтрации. Уравнение пьезопроводности. Коэффициенты пьезопроводности и упругости. Параметр Фурье.	2	2		2	О1, О2.	изучение дополнительной литературы, Д5.	Контрольная работа
5.	Математическое моделирование в теории фильтрации. Формулировка основных краевых задач теории фильтрации.	4	4		1	О1, О2	решение задач О3, Д1	Устный опрос
6.	Теория стационарной фильтрации. Формула Дюпюи.	2	2		2	О1, О2, Д2	решение задач О3, Д1	Устный опрос
7.	Плоскопараллельная фильтрация упругой жидкости.	2	2		1	О1, Д3	решение задач О3, Д1	Коллоквиум

	Понятие об автомоделности.							
8.	Плоскорадиальная фильтрация упругой жидкости. Основная формула упругого режима теории фильтрации.	2	2		2	О2, Д3	решение задач О3, Д1	
9.	Гидродинамические методы исследования пласта. Методы индикаторных диаграмм и восстановления давления.	2	2		1	О1, Д6		коллоквиум
	<b>Модуль 2</b>							
10.	Поршневое вытеснение одной жидкости другой в пористой среде. Исследование устойчивости границы раздела жидкостей при поршневом вытеснении	2	2		2	О1, Д5.		Устный опрос
11.	Уравнения фильтрации газа. Линеаризация Лейбензона.	2	2		1	О1, О2, Д5	Д.Л.1. гл. 10 § 1, №№ 95-97	Устный опрос
12.	Нелинейная фильтрация. Фильтрация неньютоновских жидкостей.	2	2		2	О1, Д3		Проверка конспектов
13.	Фильтрация многофазных систем. Физические основы и основные уравнения.	2	2		1	О1, Д3, Д4		Проверка конспектов
14.	Теория Баклея-Левретта. Движение скачка насыщенности. Структура двухфазного течения.	2	2		2	О1, О2	Д.Л.4. 101-103	Контрольная работа
15.	Практические приложения теории Баклея-Левретта. Графическое представление в теории в теории двухфазной фильтрации.	2	2		1	О1, О2, Д5, Д6	Д.Л.9 гл. 9	Проверка конспектов
16.	Фильтрация газированной нефти. Модели М. Маскета и С.А.Христиановича.	2	2		3 .5	О1, Д6		Коллоквиум
	<b>Всего часов:</b>	32	32		25.5			

## Рейтинг – план дисциплины

Подземная гидродинамика

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность Прикладные математика и физика  
курс 3, семестр6

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>20</b>
1. Аудиторная работа	10	2	0	20
<b>Рубежный контроль</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>15</b>
1. Письменная контрольная работа	5	3	0	15
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>20</b>
1. Аудиторная работа	10	2	0	20
<b>Рубежный контроль</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>15</b>
1. Коллоквиум	5	3	0	15
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческая олимпиада			<b>0</b>	<b>10</b>
2. Выступление на конференции				
3. Решение задач на занятиях				
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Зачет (дифференцированный зачет)				
2. Экзамен				<b>30</b>

**Форма экзаменационного билета**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1  
по дисциплине Подземная гидродинамика  
Направление 03.03.01 Прикладные математика и физика  
Профиль Моделирование физических процессов и технологий

1. Основные понятия и гипотезы процесса фильтрации.

2. Уравнение неразрывности фильтрационного потока.

Утверждено на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_  
(дата)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ковалева Л А  
(подпись) (Ф.И.О.)