

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор Щипачев А.М.

Проректор по образовательной
деятельности
доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПОДЗЕМНАЯ ГИДРОМЕХАНИКА

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии
Направленность (профиль):	Магистральные трубопроводы и газонефтехранилища
Квалификация выпускника:	Горный инженер (специалист)
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Коробов Г.Ю.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Подземная гидромеханика» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности 21.05.06 «Нефтегазовые техника и технологии», утвержденного приказом Минобрнауки России от 11 января 2018 г. № 27;

- на основании учебного плана специалитета по специальности 21.05.06 «Нефтегазовые техника и технологии» направленность (профиль) «Магистральные трубопроводы и газонефтехранилища».

Составитель _____ к.т.н., доцент Г.Ю. Коробов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений от 08.02.2022 г., протокол № 18.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., профессор Мардашов Д.В.

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: приобретение студентами знаний в области теории и практики в области фильтрации пластовых флюидов.

Основные задачи дисциплины:

- изучение физических свойств пластовых систем;
- описание режимов течения флюида в продуктивном пласте;
- ознакомление с процессами повышения нефте- и газоотдачи пластов;
- развитие у студентов творческой активности и формирование навыков подхода к решению поставленных задач проектирования, контроля, регулирования и информационного обеспечения процессов разработки месторождений углеводородов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Подземная гидромеханика» относится к дисциплинам обязательной части основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии» и изучается в 6 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Подземная гидромеханика» являются «Основы нефтегазового дела», «Физика пласта», «Гидравлика».

Дисциплина «Подземная гидромеханика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Эксплуатация нефтяных и газовых скважин»; «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Особенностью дисциплины является более глубокое рассмотрение вопросов особенностей многофазной фильтрации водонефтегазовых смесей, а также непоршневого вытеснения углеводородных флюидов, вытесняющими агентами, по теории фильтрации Бакли-Левретта, которые наиболее точно описывают процессы движения пластовых флюидов.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Подземная гидромеханика» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли	ОПК-1	ОПК-1.1. использует основные законы дисциплин инженерно-механического модуля ОПК-1.2. использует основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей
Способен пользоваться программными комплексами, как средством управления и контроля, сопровождения технологических процессов на всех стадиях разработки месторождений углеводородов и сопутствующих процессов	ОПК-2	ОПК-2.5. Использует знания о составах и свойствах нефти и газа, основные положения метрологии, стандартизации, сертификации нефтегазового производства

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Подземная гидромеханика» составляет 4 зачетных единиц 72 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		6
Аудиторные занятия, в том числе:	51	51
Лекции	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	21	21
Подготовка к лекциям	6	6
Подготовка к практическим занятиям	10	10
Работа в библиотеке	5	5
Промежуточная аттестация – зачет (З)		3
Общая трудоемкость дисциплины	-	-
ак. час.	72	72
зач. ед.	2	2

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий			
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента,
1.	Теоретические основы подземной гидромеханики нефтяной	36	9	17	10
2.	Нестационарная фильтрация жидкости	36	8	17	11
	Итого:	72	17	34	21

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Теоретические основы подземной гидромеханики нефтяной	Модели фильтрационного течения и коллекторов Скорость фильтрации. Законы фильтрации. Уравнения фильтрации для трещиновато-пористой среды. Виды одномерных потоков Приток к совершенной скважине. Приток к несовершенным скважинам.	9
2	Нестационарная фильтрация жидкости	Фильтрация упругой жидкости Основы теории фильтрации многофазных систем Теории фильтрации Бакли-Левверетта и Рапопорта-Лиса Фильтрация неньютоновских жидкостей	8
		Итого:	17

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Границы применимости закона Дарси. Нелинейные законы фильтрации.	4
		Прямолинейно-параллельная фильтрация несжимаемой жидкости (приток к галерее).	4
		Плоскорадиальное напорное движение несжимаемой жидкости. Приток к совершенной скважине. Формула Дюпюи.	4
		Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости в неоднородных пластах.	4
2.	Раздел 2.	Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений Ю.П.Борисова.	4
		Влияние гидродинамического несовершенства скважины на ее дебит.	4
		Установившаяся фильтрация сжимаемой жидкости и газа.	6
		Неустановившаяся фильтрация упругой жидкости в упругом пласте.	4
Итого:			34

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Теоретические основы подземной гидромеханики нефтяной

1. Метод материального баланса. Способы интерпретации уравнения материального баланса. Составление уравнения материального баланса и определение потенциального количества извлечённой нефти при заданном снижении пластового давления. Оценка запасов нефти при работе в режиме естественного истощения залежи, гидродинамически связанной или полностью изолированной от активного водоносного горизонта.

2. Способы учета неоднородности пласта.

3. Гидродинамический принцип суперпозиции и способы учета интерференции скважин.

4. Границы применимости закона Дарси.

5. Дифференциальные уравнения фильтрации жидкостей и газов.

Раздел 2. Нестационарная фильтрация жидкости

1. Особенности фильтрации многокомпонентного флюида в пористой среде.

2. Фильтрации пластовой жидкости для радиальной геометрии потока. 3. Фильтрации пластовой жидкости для линейной геометрии потока.

4. Расчёт параметров нестационарной однокомпонентной фильтрации нефти для элемента пласта с вертикальной скважиной.

5. Расчёт параметров нестационарной однокомпонентной фильтрации нефти для группы вертикальных скважин в однородном пласте.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету (по дисциплине):

1. Предмет подземной гидромеханики. Роль и задачи подземной гидромеханики, ее связь с теорией разработки месторождений нефти и газа.

2. Понятие о пористой среде. Важнейшие характеристики порового коллектора (пористость, просветность, проницаемость). Законы фильтрации. Линейный закон фильтрации (закон Дарси).

3. Дифференциальное уравнение движения. Закон Дарси в дифференциальной форме.

4. Причины нарушения закона Дарси и пределы его применимости. Анализ и интерпретация экспериментальных данных.

5. Нелинейные законы фильтрации.

6. Понятие о математической модели решения задач подземной гидромеханики. Понятие о структурных моделях пористых сред.

7. Понятие о математической модели физического процесса.

8. Дифференциальное уравнение неразрывности. Его физический смысл и основное назначение.

9. Основные зависимости параметров пористой среды и флюидов от давления.

10. Уравнение Лейбензона. Для неустановившегося движения газа в пористой среде.

11. Функция Лейбензона. Уравнение неустановившейся фильтрации однородного флюида по закону Дарси.

12. Начальные и граничные условия при решении задач теории фильтрации.

13. Модели одномерных фильтрационных потоков.

14. Приток жидкости к группе скважин в пласте с удаленным контуром питания.

15. Приток жидкости к скважине в пласте с прямолинейным контуром питания.

16. Приток жидкости к кольцевым батареям скважин. Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений.

17. Характеристика потока в условиях нелинейного закона фильтрации.

18. Типовые гидродинамические характеристики пласта.

19. Определение параметров пласта при установившемся процессе фильтрации жидкости.

20. Определение параметров пласта при неустановившемся процессе фильтрации жидкости.

21. Понятие о несовершенстве скважин. Фильтрационное сопротивление скважины. Скин фактор.
22. Неустановившееся движение упругой жидкости в деформируемой пористой среде.
23. Установившееся движение однородной несжимаемой жидкости в неоднородных пористых средах.
24. Установившееся нерадиальное движение несжимаемой жидкости при линейном законе фильтрации.
25. Понятие об интерференции скважин.
26. Метод последовательной смены стационарных состояний при решении задач упругого режима. Формулы расчета прямолинейно – параллельного неустановившегося потока упругой жидкости.
27. Метод последовательной смены стационарных состояний при решении задач упругого режима. Формулы расчета плоскорадиального неустановившегося потока упругой жидкости.
28. Конусообразование. Формулы для расчета безводного и безгазового дебитов скважины.
29. Теория образования водяного конуса в пласте с подошвенной водой.
30. Модель фильтрации Бакли-Левретта. Уравнение Бакли-Левретта.

6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету

Вариант №1.

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	По закону Паскаля в гидростатике решаются задачи	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распределения приложенного к поверхности давления во всех точках объема жидкости 2. Сжатия жидкости в сосуде 3. Формирования поверхностного натяжения в покоящейся жидкости 4. Расширения жидкости при увеличении ее температуры
2.	В каких случаях задачи фильтрации подземных вод описываются обыкновенными дифференциальными уравнениями?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Когда процесс не зависит от времени 2. Для квазистационарных потоков 3. Для потоков зависящих только от одной переменной 4. Для потоков зависящих от нескольких переменных
3.	В каких случаях задачи фильтрации подземных вод описываются дифференциальными уравнениями в частных производных?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Когда процесс не зависит от времени 2. Для квазистационарных потоков 3. Для потоков зависящих только от одной переменной 4. Для потоков зависящих от нескольких переменных
4.	Записать уравнение стационарного напорного одномерного плоско-параллельного потока	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\frac{d}{dx} (Kh \frac{dH}{dx}) + W = 0$ 2. $\frac{d}{dr} (r \frac{dH}{dr}) = 0$ 3. $\frac{d^2 H}{dx^2} = 0$ 4. $\frac{d}{dr} (r \frac{dH}{dr}) = \frac{dH}{dt}$
5.	Записать уравнение стационарного напорного одномерного радиального потока	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\frac{d}{dx} (Kh \frac{dH}{dx}) + W = 0$

№	Вопросы	Варианты ответов
		$2. \frac{d}{dr} \left(r \frac{dH}{dr} \right) = 0$ $3. \frac{d^2 H}{dx^2} = 0$ $4. \frac{d}{dr} \left(r \frac{dH}{dr} \right) = \frac{dH}{dt}$
6.	Записать формулу Дююи для стационарной фильтрации в круговом пласте	$1. S = \frac{Q}{4\pi T} W(u)$ $2. S = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{R}{r}$ $3. S = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{1,5\sqrt{at}}{r}$ $4. q = K \frac{h^2_o - h^2_l}{2L}$
7.	Закон Фика для определения молекулярной диффузии	$1. Q_D = -k \omega \text{grad} H$ $2. Q_D = -D_M \omega \text{grad} C$ $3. Q_D = -D_M \omega \text{grad} H$ $4. Q_D = -D_M \omega \text{grad} P$
8.	Какие горные породы могут быть отнесены к средам с двойной пористостью?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пески 2. Глины 3. Суглинки 4. Трещиноватые граниты
9.	Какой метод обработки результатов опытной откачки является обязательным в отечественной практике?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод отношений 2. Метод разностей 3. Метод характерных точек 4. Метод прямой линии (графо – аналитический метод)
10.	Соотношение коэффициентов молекулярной диффузии в насыщенной горной породе и в свободной среде?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Значения коэффициентов одинаковы 2. Коэффициент молекулярной диффузии в свободной среде меньше 3. Коэффициент молекулярной диффузии в свободной среде больше 4. Соотношение зависит от свойств горной породы
11.	Границы применимости метода сложения течений (метод суперпозиций)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для любых процессов 2. Для линейных процессов 3. Для нелинейных процессов 4. Только для стационарных процессов
12.	Указать соотношение между коэффициентом фильтрации (K) и коэффициентом проницаемости (k)	$1. K = k$ $2. k = \frac{K \cdot \nu}{g}$ $3. k = \frac{K}{g}$ $4. k = \frac{g}{K \cdot \nu}$
13.	На кровлю водоносного горизонта воздействует некоторое внешнее	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нейтральное напряжение возрастает, а эффективное напряжение падает

№	Вопросы	Варианты ответов
	давление. Описать изменение эффективного и нейтрального напряжений при возрастании данного внешнего давления, предполагая изолированность пласта	2. Эффективное и нейтральное напряжения остаются без изменений 3. Эффективное напряжение возрастает, а нейтральное напряжение падает. 4. Эффективное и нейтральное напряжения возрастают
14.	Как изменяется давление оказываемое полностью погруженной гранитной глыбой на дно водоема при подъеме уровня воды в самом водоеме?	1. Давление уменьшается 2. Давление возрастает 3. Давление остается без изменения 4. Давление изменяется вслед за изменением уровней в водоеме
15.	Какие жидкости называются неньютоновскими?	1. Любые реальные жидкости 2. Любые вязкие жидкости 3. Жидкости, в которых силы внутреннего трения подчиняются закону вязкости Ньютона 4. Жидкости, в которых силы внутреннего трения не подчиняются закону вязкости Ньютона
16.	Указать соотношение между изменениями нейтрального и эффективного напряжений	1. $\sigma_v = \sigma_n$ 2. $\sigma_v = -\sigma_n$ 3. $\sigma_n = \sigma_n + \sigma_v$ 4. $d\sigma_v = d\sigma_n$
17.	Что такое жесткий режим фильтрации?	1. При жестком режиме фильтрации горная порода считается несжимаемой 2. При жестком режиме фильтрации подземные воды считаются несжимаемыми 3. При жестком режиме фильтрации происходит задержка передачи эффективного напряжения 4. При жестком режиме фильтрации подземные воды и горные породы считаются несжимаемыми
18.	На границе задано постоянное значение напора – это граничные условия	1. I рода 2. II рода 3. III рода 4. IV рода
19.	Гидродинамический напор определяется:	1. Произведением пьезометрической высоты на плотность жидкости 2. Произведением геометрической высоты на удельный вес жидкости 3. Частным от деления гидростатического давления на удельный вес жидкости 4. Суммой геометрической, пьезометрической и скоростной высот
20.	Размерность гидростатического давления в системе СИ	1. Н 2. кг/м ³ 3. Па 4. Н/м ³

№	Вопросы	Варианты ответов
---	---------	------------------

Вариант №2.

1.	Что такое пьезометрическая высота	1. Мера вязкости жидкости 2. Высота столба жидкости над расчетной точкой, замеряемая пьезометром 3. Высота столба жидкости над условной горизонтальной плоскостью 4. Высота, на которую может подняться жидкость с помощью поверхностного центробежного насоса
2.	Будет ли происходить фильтрация в глинах при градиенте меньшем, чем начальный?	1. Да, будет 2. Фильтрация в глинах будет происходить всегда 3. Нет, не будет 4. Фильтрация будет происходить при изменении напряженного состояния
3.	Расход ламинарного потока жидкости в гладкой трубе зависит:	1. От сил поверхностного натяжения жидкости 2. От коэффициента фильтрации 3. Линейно от гидравлического градиента 4. От корня квадратного из гидравлического градиента
4.	Расход турбулентного потока жидкости в гладкой трубе зависит:	1. От сил поверхностного натяжения жидкости 2. От коэффициента фильтрации 3. Линейно от гидравлического градиента 4. От корня квадратного из гидравлического градиента
5.	Указать размерность коэффициента фильтрации	1. Безразмерная величина 2. м/сутки 3. м ² /сутки 4. м ³ /сутки
6.	Указать размерность числа Рейнольдса Re	1. м/сутки 2. м ² /сутки 3. м ³ /сутки 4. Безразмерная величина
7.	Закон фильтрации Дарси справедлив для	1. Переходного режима течения 2. Ламинарного режима течения 3. Турбулентного режима течения 4. Для любого режима течения
8.	Указать соотношение между значениями критического числа Рейнольдса $Re_{кр}$ при движении в новых гладких металлических трубах и при движении в старых коррозированных металлических трубах	1. $Re_{кр}$ одинаково 2. $Re_{кр}$ в старых трубах будет больше 3. $Re_{кр}$ в новых трубах будет больше 4. Число $Re_{кр}$ для старых труб не используется
9.	Коэффициент фильтрации зависит от следующих параметров:	1. От свойств жидкости, которая фильтруется в горной породе 2. От скорости фильтрации 3. От свойств горной породы

№	Вопросы	Варианты ответов
		4. От свойств горной породы и фильтрующейся жидкости
10.	Коэффициент активной пористости определяется как	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отношение объема пор к общему объему горной породы 2. Отношение объема связанных пор к общему объему горной породы 3. Отношение объема пор к объему минерального скелета горной породы 4. Отношение объема пор к общему объему связанных пор
11.	Гидростатический напор определяется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Геометрической высотой 2. Суммой геометрической (геодезической) и пьезометрической высот 3. Пьезометрической высотой 4. Режимом течения жидкости
12.	Скорость фильтрации вычисляется по формуле:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $v = k\omega I$ 2. $v = I$ 3. $v = k$ 4. $v = nI$
13.	Для каких режимов течения справедлив закон Краснопольского	<ol style="list-style-type: none"> 1. Для ламинарного течения 2. Для турбулентного течения 3. Для любого режима течения 4. Для переходного режима течения
14.	Зависит ли коэффициент проницаемости от свойств фильтрующейся жидкости?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зависит 2. Зависит при изотермической фильтрации 3. Зависит только для глинистых пород 4. Теоретически не зависит
15.	Гидродинамическая сетка движения – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сетка, образованная линиями тока 2. Сетка, которая образована линиями равных напоров и линиями тока 3. Лента тока 4. Трубка тока
16.	Указать соотношение между линиями тока и линиями равных напоров в изотропных горных породах	<ol style="list-style-type: none"> 1. Параллельны друг другу 2. Не связаны между собой 3. Перпендикулярны друг другу 4. Подчиняются закону тангенсов
17.	Определение коэффициента пьезопроводности	<ol style="list-style-type: none"> 1. $a^* = \mu T$ 2. $a^* = T$ 3. $a^* = \frac{H}{\mu^*}$ 4. $a^* = \mu$
18.	Какие предпосылки используются при выводе уравнения неразрывности фильтрационного потока?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Справедливость закона Дарси 2. Законы сохранения массы 3. Законы сохранения импульса 4. Несжимаемость фильтрующейся жидкости
19.	Уравнение жесткого режима фильтрации (плоско-параллельный)	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\frac{\partial H}{\partial t} = a^* \frac{\partial^2 H}{\partial x^2}$

№	Вопросы	Варианты ответов
	случай)	2. $\frac{d}{dr}(r \frac{dH}{dr}) = 0$ 3. $\frac{d^2 H}{dx^2} = 0$ 4. $\frac{d}{dr}(r \frac{dH}{dr}) = \frac{dH}{dt}$
20.	Уравнение упругого режима фильтрации (плоско-параллельный случай)	1. $\frac{\partial H}{\partial t} = a^* \frac{\partial^2 H}{\partial x^2}$ 2. $\frac{d}{dr}(r \frac{dH}{dr}) = 0$ 3. $\frac{d^2 H}{dx^2} = 0$ 4. $\frac{d}{dr}(r \frac{dH}{dr}) = \frac{dH}{dt}$

Вариант №3.

1.	Какие геомиграционные процессы учитываются в схеме поршневого вытеснения?	1. Только диффузионные процессы 2. Только микродисперсионные процессы 3. Только макродисперсионные процессы 4. Только конвективный перенос
2.	В каких породах упругоэластичность больше – в песчаном водоносном горизонте или глинистых подстилающих и перекрывающих относительно водоупорных породах?	1. Одинаковы 2. В глинистых породах больше 3. В песчаных породах больше 4. Сравнение не корректно
3.	Расчетные зависимости при интерпретации откачек методом временного прослеживания	1. $S = A + C \cdot \ln t$ 2. $S = A + C \cdot \ln r$ 3. $S = A - C \cdot \ln r$ 4. $S = A + C \cdot \ln \frac{t}{r^2}$
4.	Расчетные зависимости при интерпретации откачек методом комбинированного прослеживания	1. $S = A + C \cdot \ln t$ 2. $S = A + C \cdot \ln r$ 3. $S = A - C \cdot \ln r$ 4. $S = A + C \cdot \ln \frac{t}{r^2}$
5.	Какие граничные условия выполняются на скважине в схеме Тейса?	1. I рода 2. II рода 3. III рода 4. IV рода
6.	Что такое индикаторный график?	1. $S = f(t)$ 2. $S = f(r)$ 3. $S = f(Q)$ 4. $S = f(\lg t)$
7.	Что такое сорбционная емкость?	1. $N = \frac{C}{\beta}$ 2. $N = C \cdot \beta$

№	Вопросы	Варианты ответов
		3. $N = \beta$ 4. $N = C$
8.	Как изменяется величина напора по направлению движения подземных вод?	1. Увеличивается 2. Остается неизменным 3. Уменьшается 4. Характер изменения зависит от гидродинамической сетки движения
9.	Как вычисляется эффективная пористость?	1. $n_s = n_0$ 2. $n_s = n_0 + v$ 3. $n_s = n_0 + W_{м.м}$ 4. $n_s = n_0 + \beta$
10.	На какую величину гидродинамический напор отличается от гидростатического напора?	1. На величину скоростного напора 2. На величину геодезической высоты 3. На величину пьезометрической высоты 4. На величину гидростатического давления
11.	Гидравлический градиент подземного потока равен J. При прочих равных условиях в каком случае расход подземного потока будет больше?	1. $J=0,1$ 2. $J=0,3$ 3. $J=0,01$ 4. $J=0,5$
12.	Что такое удельный расход скважины?	1. $q = Q_c$ 2. $q = Q_c \cdot S_c$ 3. $q = \frac{Q_c}{S_c}$ 4. $q = \frac{S_c}{Q_c}$
13.	Записать выражение для интегральной экспоненциальной функции (функции влияния скважины)	1. $\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\infty} e^{-x^2} dx$ 2. $\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} e^{-x^2} dx$ 3. $\int_x^{\infty} \frac{e^{-y}}{y} dy$ 4. $\frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} \frac{e^{-y}}{y} dy$
14.	Как вычисляется объемная плотность горной породы погруженной в жидкость?	1. $\rho_{вз} = n \cdot (\rho_{скл} - \rho_0)$ 2. $\rho_{вз} = (\rho_{скл} - \rho_0)$ 3. $\rho_{вз} = (1-n) \cdot \rho_{скл}$ 4. $\rho_{вз} = (1-n) \cdot (\rho_{скл} - \rho_0)$
15.	Какие законы для описания поведения сил внутреннего трения	1. Закон Дарси 2. Закон Краснопольского

№	Вопросы	Варианты ответов
	(вязкости) в движущейся жидкости используются в гидромеханике?	3. Закон Фурье 4. Закон Фика
16.	Как меняется по вертикали гидростатическое давление в покоящейся однородной жидкости?	1. Не изменяется 2. С глубиной уменьшается 3. С глубиной увеличивается 4. Периодически возрастает и убывает
17.	Как меняется по вертикали гидростатический напор в покоящейся жидкости?	1. Не изменяется 2. С глубиной уменьшается 3. С глубиной увеличивается 4. Вначале уменьшается, потом увеличивается
18.	Что произойдет с горной породой при снижении нейтрального напряжения?	1. Горная порода останется без изменения 2. Произойдет декомпрессия 3. Произойдет компрессия 4. Горная порода начнет двигаться
19.	В непосредственной близости друг от друга пройдены две наблюдательные скважины. Одна из них оборудована на верхнюю часть однородного водоносного горизонта, другая – на его нижнюю часть. Уровни подземных вод в скважинах установились на разных отметках. Почему?	1. Технические ошибки измерения 2. Наблюдается фильтрация подземных вод в вертикальном направлении 3. Наблюдается фильтрация подземных вод в горизонтальном направлении 4. Сказывается влияние капиллярной каймы
20.	Как взаимосвязаны коэффициент упругоэластичности горных пород и упругая водоотдача пласта?	1. $\mu_0^* = \mu^*$ 2. $\mu_0^* = \mu^* \cdot m$ 3. $\mu_0^* = \mu^* \frac{1}{m}$ 4. $\mu_0^* = 10\mu^*$

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение более 50 % лекционных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Механика жидкости и газа. – Учебник. А.Д. Гиргидов. – М., Инфра-М, 2014. – 704 с.
<http://znanium.com/bookread2.php?book=443613>
2. Б.Б. Квеско, Е.Г. Карпов. Подземная гидромеханика: учебное пособие. Томск: Томский политехнический университет, 2012. – 168 с.
<https://e.lanbook.com/reader/book/10309/#2>
3. Механика жидкости и газа. – Учебник. А.Д. Гиргидов. – М., Инфра-М, 2018. – 704 с.
<http://znanium.com/bookread2.php?book=926430>
4. Хандзель А.В. Underground Fluid Mechanics. Подземная гидромеханика: учебное пособие на англ. яз.. Томск: Ставрополь: изд-во СКФУ, 2016. – 149 с.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=459047&sr=1

7.1.2. Дополнительная литература

1. Чарный И.А. Подземная гидромеханика: М., Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1948. – 196 с.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=213790
2. Щелкачев В.Н. Подземная гидравлика: М., Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1949. – 525 с.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=437390
3. Гидромеханика: учеб. пособие. К.Г. Асатур, Б.С. Маховиков. С.-Петербург. гос. горн. ин-т им. Г.В.Плеханова (техн. ун-т). - СПб.: СПГИ, 2008. - 326 с.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Подземная гидромеханика: Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Подземная гидромеханика» для студентов направления подготовки 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Г.Ю. Коробов. - СПб, ПОЛИТЕХ-ПРЕСС. 2018. 61с.
2. Подземная гидромеханика: Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Подземная гидромеханика» для студентов направления подготовки 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: М.К. Рогачев. - СПб, ПОЛИТЕХ-ПРЕСС. 2018. 61с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"-
<http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс]
www.garant.ru/.
11. Термические константы веществ. Электронная база данных,
<http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»».
<http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>
18. Электронная библиотека «Нефть-газ»: <http://www.dobi.oglib.ru>
19. Сайт газодобывающей компании: <http://www.gazprom.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий.

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

108 посадочных мест

Стол 305×70×85 – 1 шт., кафедра – 1 шт., стул – 12 шт., парта 1200×1000 – 18 шт., парта 2400×1000 – 18 шт., стул «ИСО» - 1 шт., акустическая система потолочная – 4 шт., микрофон врезной МД-99 – 1 шт., усилитель РА-935 – 1 шт., комплект микрофонный СК-31 – 2 шт., доска аудиторная – 1 шт., плакат в рамке под стеклом – 24 шт. Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows XP Professional:
Microsoft Open License 16020041 от 23.01.2003, Microsoft Open License 16581753 от 03.07.2003
Microsoft Open License 16396212 от 15.05.2003, Microsoft Open License 16735777 от 22.08.2003 ГК № 797-09/09 от 14.09.09, «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 1200-12/09 от 10.12.09, «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 1246-12/08 от 18.12.08, «На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения» ГК № 1196-12/08 от 02.12.2008, «На поставку программного обеспечения» Microsoft Open License 45369730 от 16.04.2009.

44 посадочных места

Стол аудиторный для студентов (тип 1, 2) Canvaro ASSMANN – 22 шт., стул – 40, компьютерное кресло 7875 A2S – 4 шт., доска настенная, белая, магнитно-маркерная «Magnetoplan» 2400×1200 – 1 шт, системный блок – 1 шт. с возможностью доступа к сети «Интернет», монитор ЖК 17" – 2 шт., документ-камера ELMO HV-5600XG – 1 шт., коммутатор Kramer VP201XL1 – 1 шт., мультимедиа проектор Mitsubishi LVP XD490U – 1 шт, подвес для проектора SMS AERO – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP200XL – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP200XL – 1 шт, экран с пультом настенный выдвижной Dreper с ИК пультом управления с электроприводом – 1 шт., источник бесперебойного питания Powerware 5115 – 1 шт.

17 посадочных мест

Стол – 2 шт; стул – 23 шт; АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 1 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»); стол преподавателя спец угловой – 1 шт; тумба – 1 шт; кресло руководителя – 1 шт; стенд лабораторный для исследования гидравлических

характеристик модели нефтяного пласта – 1 шт; стенд лабораторный по исследованию движения газожидкостной смеси в скважине – 1 шт; стенд лабораторный для исследования работы штангового насоса – 1 шт; диагностический комплекс – 1 шт; стенд лабораторный для исследования работы электроцентробежного насоса – 1 шт; доска, для информации маркерная магн.100*150 вращ.на роликах – 1 шт; плакаты – 3 шт. Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows XP Professional:

Microsoft Open License 16020041 от 23.01.2003, Microsoft Open License 16581753 от 03.07.2003, Microsoft Open License 16396212, от 15.05.2003, Microsoft Open License 16735777 от 22.08.2003, ГК № 797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования», ГК № 1200-12/09 от 10.12.09 «На поставку компьютерного оборудования»,

ГК № 1246-12/08 от 18.12.08 «На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения», ГК № 1196-12/08 от 02.12.2008 «На поставку программного обеспечения» Microsoft Open License 45369730 от 16.04.2009.

Аудитории для проведения практических занятий.

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

108 посадочных мест

Стол 305×70×85 – 1 шт., кафедра – 1 шт., стул – 12 шт., парта 1200×1000 – 18 шт., парта 2400×1000 – 18 шт., стул «ИСО» - 1 шт., акустическая система потолочная – 4 шт., микрофон врезной МД-99 – 1 шт., усилитель РА-935 – 1 шт., комплект микрофонный СК-31 – 2 шт., доска аудиторная – 1 шт., плакат в рамке под стеклом – 24 шт. Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows XP Professional:

Microsoft Open License 16020041 от 23.01.2003, Microsoft Open License 16581753 от 03.07.2003 Microsoft Open License 16396212 от 15.05.2003, Microsoft Open License 16735777 от 22.08.2003 ГК № 797-09/09 от 14.09.09, «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 1200-12/09 от 10.12.09, «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 1246-12/08 от 18.12.08, «На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения» ГК № 1196-12/08 от 02.12.2008, «На поставку программного обеспечения» Microsoft Open License 45369730 от 16.04.2009.

44 посадочных места

Стол аудиторный для студентов (тип 1, 2) Canvaro ASSMANN – 22 шт., стул – 40, компьютерное кресло 7875 A2S – 4 шт., доска настенная, белая, магнитно-маркерная «Magnetoplan» 2400×1200 – 1 шт, системный блок – 1 шт. с возможностью доступа к сети «Интернет», монитор ЖК 17" – 2 шт., документ-камера ELMO HV-5600XG – 1 шт., коммутатор Kramer VP201XL1 – 1 шт., мультимедиа проектор Mitsubishi LVP XD490U – 1 шт, подвес для проектора SMS AERO – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP200XL – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP200XL – 1 шт, экран с пультом настенный выдвижной Dreper с ИК пультом управления с электроприводом – 1 шт., источник бесперебойного питания Powerware 5115 – 1 шт.

17 посадочных мест

Стол – 2 шт; стул – 23 шт; АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 1 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»); стол преподавателя спец угловой – 1 шт; тумба – 1 шт; кресло руководителя – 1 шт; стенд лабораторный для исследования гидравлических характеристик модели нефтяного пласта – 1 шт; стенд лабораторный по исследованию движения газожидкостной смеси в скважине – 1 шт; стенд лабораторный для исследования работы штангового насоса – 1 шт; диагностический комплекс – 1 шт; стенд лабораторный для исследования работы электроцентробежного насоса – 1 шт; доска, для информации маркерная магн.100*150 вращ.на роликах – 1 шт; плакаты – 3 шт. Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows XP Professional:

Microsoft Open License 16020041 от 23.01.2003, Microsoft Open License 16581753 от 03.07.2003, Microsoft Open License 16396212, от 15.05.2003, Microsoft Open License 16735777 от 22.08.2003, ГК

№ 797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования», ГК № 1200-12/09 от 10.12.09 «На поставку компьютерного оборудования»,
ГК № 1246-12/08 от 18.12.08 «На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения», ГК № 1196-12/08 от 02.12.2008 «На поставку программного обеспечения»
Microsoft Open License 45369730 от 16.04.2009.

8.2. Помещения для самостоятельной работы :

13 посадочных мест

Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт.

Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» , Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» , Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 ,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 , Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012
Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки

Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional
2. Microsoft Office 2007 Standard