

**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**  
с.н.с. **О.М. Прищепа**

---

**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
**Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
***ПОДЗЕМНАЯ ГИДРОМЕХАНИКА***

**Уровень высшего образования:** Специалитет

**Специальность:** 21.05.02 Прикладная геология

**Специализация:** Геология месторождений нефти и газа

**Квалификация выпускника:** Горный инженер-геолог

**Форма обучения:** очная

**Составитель:** доцент Котюков П.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Подземная гидромеханика» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.02 Прикладная геология», утвержденного приказом Минобрнауки России № 953 от 12.08.2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.02 Прикладная геология» специализация «Геология месторождений нефти и газа».

Составитель \_\_\_\_\_ к.г.-м.н., доцент Котюков П.В.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры гидрогеологии и инженерной геологии от 27.01.2021 г., протокол №7.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ к.г.-м.н., доцент Устюгов Д.Л.

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Дубровская Ю.А.

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ Романчиков А.Ю.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: сформировать у студентов теоретические знания об условиях равновесия и закономерностях движения флюидов в подземной среде и развить у них практические навыки решения различных прикладных задач, связанных с поиском, разведкой и разработкой месторождений нефти и газа.

Основные задачи дисциплины:

- объяснить студентам основные теоретические положения и понятия подземной гидромеханики;
- познакомить студентов с видами режимов пласта, моделями пластов-коллекторов, формами фильтрационных потоков и параметрами, которые их описывают в расчетах;
- сформировать у студентов устойчивые знания в области базовых уравнений подземной гидромеханики (закон фильтрации, уравнение неразрывности потока и уравнения состояния) для различных фильтрационных потоков несжимаемых и сжимаемых флюидов;
- обучить студентов навыкам практического применения полученных теоретических знаний при решении комплексных задач, связанных с движением флюидов в подземной среде.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Подземная гидромеханика» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.02 Прикладная геология» и изучается в 7 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Подземная гидромеханика» являются «Геология и геохимия нефти и газа», «Основы гидрогеологии», «Физические свойства коллекторов и флюидоупоров».

Дисциплина «Подземная гидромеханика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Основы разработки месторождений нефти и газа», «Подсчет запасов и оценка ресурсов нефти и газа».

Особенностью дисциплины является рассмотрение подземной среды, в которой происходит движение флюидов, как сложной, многокомпонентной и динамичной системы, включающей не только саму нефтяную залежь, но и взаимодействующие с ней пластовые и законтурные воды, а также газовую составляющую (при её наличии). Большое внимание уделяется вопросам изменения напряженно-деформированного состояния пород пласта-коллектора в результате откачки или закачки в него флюида. Процесс обучения выстроен таким образом, чтобы обеспечивать возможность использования полученных знаний и навыков при решении разнообразных теоретических и практических задач в области поиска, разведки и разработки месторождений нефти и газа.

## 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 осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами при поисках,	ОПК-7	ОПК-7.1. Знать основы горного дела и способы проходки горных выработок; взрывчатые вещества и способы их инициирования; технологии проходки горно-разведочных, горных и добычных выработок

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
разведке и разработке месторождений полезных ископаемых, гражданском строительстве, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций		ОПК-7.2. Уметь решать задачи по расчету основных и вспомогательных операций проходческого цикла, строительству и реконструкции горных предприятий
		ОПК-7.3. Владеть навыками работы с технической литературой, компьютерными программами и работы в сети Интернет; методами расчета технологических процессов проходки горных выработок, организации горных и добычных работ
Способен проводить самостоятельно или в составе группы научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания, участвовать в научных исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	ОПК-12	ОПК-12.1. Знать теоретические основы выполняемых исследований, методику работ, современную аппаратную базу и принципы интерпретации полученных данных в сфере своей профессиональной деятельности
		ОПК-12.2. Уметь осуществлять научный поиск, реализуя специальные средства и методы получения нового знания
		ОПК-12.3. Владеть навыками проведения научных исследований объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		7
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекции (Л)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Подготовка к лекциям	7	7
Подготовка к лабораторным работам	18	18
Подготовка к контрольной работе	6	6
Подготовка к дифф. зачету	9	9
<b>Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ)</b>	<b>ДЗ</b>	<b>ДЗ</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>108</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>

## 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, лабораторные работы и самостоятельная работа.

### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий			
	Всего ак. часов	Лекции	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 «Введение»	2	2	-	-
Раздел 2 «Режимы пласта»	4	4	-	-
Раздел 3 «Физические основы моделирования геофильтрационных процессов»	8	6	-	2
Раздел 4 «Базовые уравнения подземной гидромеханики»	12	6	2	4
Раздел 5 «Установившееся движение несжимаемых флюидов»	62	6	28	28
Раздел 6 «Установившееся движения сжимаемой жидкости или газа»	5	4	-	1
Раздел 7 «Неустановившаяся фильтрация упругих флюидов»	5	4	-	1
Раздел 8 «Оценка напряженно-деформированного состояния пород»	10	2	4	4
<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>40</b>

### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Введение	Подземная гидромеханика как научная дисциплина: определение, цели и задачи, объект, предмет и методы исследований, основные понятия и теоретические основы.	2
2	Режимы пласта	Понятие о режимах пласта и источниках пластовой энергии. Напор, гидростатическое и гидродинамическое давление. Особенности движения потоков флюидов в условиях проявления различных режимов пласта: водонапорного, упругого, газонапорного, гравитационного и режима растворенного газа.	4
3	Физические основы моделирования геофильтрационных процессов	Физическая сущность процессов движения фильтрационных потоков в пористых и трещиновато-пористых средах. Модели коллекторов. Основные показатели свойств пород и флюидов, используемые в гидродинамических расчетах. Гидродинамическая типизация условий движения фильтрационных потоков. Виды фильтрационных потоков: плоскопа-	6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		параллельный, плоскорадиальный и радиально-сферический.	
4	Базовые уравнения подземной гидромеханики	Линейный закон фильтрации Дарси и границы его применимости. Понятие о числе Рейнольдса и способы его определения для различных условий. Вывод уравнения неразрывности потока в общей дифференциальной форме. Основные уравнения состояния, используемые в гидродинамических расчетах. Начальные и граничные условия.	6
5	Установившееся движение несжимаемых флюидов	Вывод уравнений для определения скорости фильтрации, дебита и времени притока флюида к галерее скважин и к отдельно стоящей добывающей скважине с использованием моделей плоскопараллельного и плоскорадиального потоков соответственно. Сравнительный анализ полученных уравнений. Выявление основных закономерностей движения флюидов в рассматриваемых условиях.	6
6	Установившееся движения сжимаемой жидкости или газа	Аналогия между сжимаемыми и несжимаемыми флюидами. Понятие о массовой скорости фильтрации и массовом дебите. Функция Лейбензона. Вывод основных уравнений для упругой жидкости и газа.	4
7	Неустановившаяся фильтрация упругих флюидов	Понятие об упруги запасах и упругоёмкости пласта. Уравнение пьезопроводности. Коэффициент пьезопроводности. Приток флюида к скважине в пласте неограниченного размера (упругий режим). Интегрально-показательная функция.	4
8	Оценка напряженно-деформированного состояния пород	Понятие о напряженно-деформированном состоянии пород. Расчет напряжений от собственного веса пород с учетом гидростатических сил. Влияние гидродинамического режима на изменения напряженно-деформированного состояния пород в процессе откачки или закачки флюидов в подземную среду.	2
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены.

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 4	Границы применимости закона Дарси. Нелинейные законы фильтрации	2
2	Раздел 5	Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости по закону Дарси. Прямолинейно-параллельная фильтрация несжимаемой жидкости	4
		Плоскорадиальное напорное движение несжимаемой жидкости. Формула Дюпюи	4
		Установившийся приток жидкости к группе гидродинамиче-	4

		ски совершенных скважин. Потенциал точечного стока и источника на плоскости. Принцип суперпозиции	
		Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости в неоднородных пластах.	4
		Интерференция скважин. Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений Ю.П. Борисова	4
		Влияние гидродинамического несовершенства скважины на её дебит.	4
		Интерпретация результатов опытно-фильтрационных работ	4
3	Раздел 8	Определение начального напряженного состояния горных пород	4
<b>Итого:</b>			<b>34</b>

#### 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.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

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

**Консультации** (текущая консультация, накануне *дифф.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. Введение.

1. Дайте определение подземной гидромеханике как научной дисциплине. Что является её объектом и предметом исследований?

2. Сформулируйте основные теоретические и практические задачи подземной гидромеханики.

3. Какие методы исследований используются в подземной гидромеханике?

4. На каких основных теоретических положениях базируется подземная гидромеханика?

5. Расскажите об ученых, внесших существенный вклад в становление подземной гидромеханики как науки.

### **Раздел 2. Режимы пласта.**

1. Что понимают под режимом пласта? Какие пластовые силы приводят в движение флюиды и формируют напряженно-деформированное состояние пород пласта-коллектора?

2. При каких условиях проявляется водонапорный режим пласта? Что для него характерно?

3. Расскажите об особенностях упруго режима. С чем связано возникновение пластовых сил при таком режиме?

4. Охарактеризуйте режим газовой шапки. При каких условиях он возможен?

5. Опишите процессы, происходящие при разработке нефтяной залежи в режиме растворенного газа.

6. Что понимают под гравитационным режимом пласта? Насколько он эффективен?

### **Раздел 3. Физические основы моделирования геофильтрационных процессов.**

1. Что понимают под фильтрацией? Что такое фильтрационный поток?

2. Какие модели пород пласта-коллектора вы знаете?

3. Какие показатели свойств пород используются в гидродинамических расчетах?

4. Расскажите о параметрах свойств флюидов, необходимых для расчетов?

5. Чем отличаются модели установившегося и неуставившегося фильтрационного потока?

6. Что характерно для плоскопараллельных потоков? В каких случаях они возможны?

7. Что понимают под плоскорадиальным потоком? Где он образуется?

8. В чем специфика радиально-сферических потоков? Когда их применяют в расчетах?

### **Раздел 4. Базовые уравнения подземной гидромеханики.**

1. Сформулируйте закон фильтрации Дарси и приведите описывающие его уравнения.

2. Как определяются границы применимости закона фильтрации Дарси?

3. Что понимают под числом Рейнольдса? Как оно определяется?

4. Напишите базовое уравнение неразрывности потока в общей форме.

5. Что такое уравнения состояния? Для чего они нужны?

6. Что понимают под начальными и граничными условиями? Какими они бывают?

7. Как задаются граничные условия первого рода?

8. Что понимают под граничными условиями второго рода?

### **Раздел 5. Установившееся движение несжимаемых флюидов.**

1. Как определяется скорость фильтрации плоскопараллельного потока несжимаемой жидкости (приток к галерее)?

2. Как посчитать дебит галереи в случае фильтрации плоскопараллельного потока несжимаемой жидкости?

3. Приведите формулу для расчета времени продвижения плоскопараллельного потока несжимаемого флюида к галерее скважин с использованием модели поршневого вытеснения?

4. Как найти скорость фильтрации плоскорадиального потока несжимаемой жидкости (приток к одиночной скважине)?

5. Как определить дебит совершенной скважины в случае фильтрации к ней потока несжимаемой жидкости?

6. Напишите формулу для расчета времени фильтрации потока несжимаемого флюида к одиночной совершенной скважине.

### **Раздел 6. Установившееся движения сжимаемой жидкости или газа.**

1. Проведите аналогию между сжимаемыми и несжимаемыми флюидами.

2. Что понимают под массовой скоростью фильтрации?

3. Что такое массовый дебит потока? Как его найти?

4. Что такое функция Лейбензона? Для чего она нужна?



5. Напишите уравнение для расчета скорости фильтрации основных форм потоков для сжимаемого флюида.
6. Приведите формулы для определения дебита основных форм потоков для упругой жидкости и газа.

#### **Раздел 7. Неустановившаяся фильтрация упругих флюидов.**

1. Что понимают под упругими запасами?
2. Что такое упругоёмкость пласта?
3. Напишите уравнение пьезопроводности. Какие параметры в него входят?
4. Приведите уравнение для расчета давления в пласте условно неограниченного размера вокруг совершенной скважины (упругий режим).
5. Что такое интегрально-показательная функция? Где она используется?

#### **Раздел 8. Оценка напряженно-деформированного состояния пород.**

1. Что понимают под напряжениями? В чем они измеряются?
2. Что такое напряженное состояние? Как деформации пород связаны с напряжениями?
3. Как определяются напряжения от собственного веса пород с учетом гидростатических сил, действующих в безнапорных системах?
4. Как рассчитать напряжения от собственного веса пород, если на кровле пласта существует избыточное гидростатическое давление (напор)?
5. К каким изменениям в напряженно-деформированном состоянии пород пласта-коллектора может приводить откачка из них флюида?.

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф.зачета)**

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

1. Какое место занимает подземная гидромеханика в системе дисциплин, связанных с поиском, разведкой и разработкой месторождений нефти и газа?
2. Что изучает подземная гидромеханика? На каких теоретических положениях она базируется?
3. Какие практические задачи решает подземная гидромеханика? Приведите конкретные примеры.
4. На чем основана классификация режимов пласта? Как она используется в подземной гидромеханике?
5. Что является источником пластовых сил при водонапорном режиме?
6. В каких условиях возможно проявление упругого режима? Насколько он эффективен?
7. В чем состоит принципиальное отличие между режимами газовой шапки и растворенного газа?
8. В каких случаях залежь может разрабатывать в гравитационном режиме?
9. Что такое фильтрационный поток?
10. В чем разница между идеальной и фиктивной моделью коллектора?
11. Какими свойствами обладают породы пласта-коллектора?
12. Перечислите основные свойства флюидов, которые оказывают влияние на процессы их фильтрации в пористых и трещиновато-пористых средах?
13. Чем такое коэффициент фильтрации? В чем он измеряется?
14. Как определяется коэффициент проницаемости? Какой физический смысл он имеет?
15. Что понимают под абсолютной проницаемостью пород?
16. Что такое фазовая проницаемость пород?
17. Как рассчитывается относительная проницаемость пород?
18. Какую форму имеет плоскопараллельный фильтрационный поток? Когда он возникает?
19. Что такое плоскорадиальный поток? Приведите пример, где в расчетах его используют.
20. Охарактеризуйте радиальносферический поток. Как движется флюид в таком потоке?
21. Что понимают под стационарным фильтрационным потоком?
22. Что такое нестационарный фильтрационный поток?

23. Напишите уравнение Дарси для расчета скорости фильтрации потока. При каких условиях его можно использовать?
24. Какой вид имеет уравнение неразрывности потока?
25. Что такое начальные условия при решении задач подземной гидромеханики?
26. Как задают граничные условия? Каких родов они бывают?
27. Как рассчитывается скорость фильтрации при установившемся движении несжимаемой жидкости (плоскопараллельный поток)?
28. По какой схеме рассчитывается приток к галерее?
29. Как определяется скорость фильтрации и дебит скважины при установившемся движении несжимаемой жидкости?
30. В чем заключаются особенности расчета установившихся потоков сжимаемых жидкостей и газов?
31. Объясните основные положения расчета неустановившихся потоков.
32. Как определяются упругие запасы пласта?
33. Что такое пьезопроводность? Какой вид имеет уравнение пьезопроводности?
34. Как рассчитывается приток к скважине в пласте неограниченных размеров (упругий режим)?
35. Как изменяется напряженное состояние пласта при откачке из него флюида?

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф.зачету

#### Вариант № 1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	От чего не зависит величина гидростатического давления в пласте?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. плотность жидкости</li> <li>2. высота столба жидкости</li> <li>3. ускорение свободного падения</li> <li>4. скорость фильтрации жидкости</li> </ol>
2.	В каких единицах измеряется гидростатический напор жидкости?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. м<sup>2</sup></li> <li>2. кг/м<sup>3</sup></li> <li>3. м</li> <li>4. н/сек<sup>2</sup></li> </ol>
3.	Как определяется гидростатический напор жидкости? Обозначения в формулах: $H$ - напор; $h_p$ , $z$ и $\frac{u^2}{2g}$ - пьезометрическая, геометрическая и скоростная высота соответственно.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>H = h_p + z + \frac{u^2}{2g}</math>,</li> <li>2. <math>H = h_p - z - \frac{u^2}{2g}</math></li> <li>3. <math>H = h_p + z</math></li> <li>4. <math>H = h_p - z</math></li> </ol>
4.	Какой параметр характеризует относительный объем пор, через которые возможно движение флюидов под действием пластовых сил?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. общая пористость (с учетом замкнутых пор)</li> <li>2. эффективная пористость</li> <li>3. коэффициент пористости</li> <li>4. коэффициент проницаемости</li> </ol>
5.	Субкапиллярные поры имеют размер...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. более 2 мм</li> <li>2. 0,5 – 2 мм</li> <li>3. 0,0002 – 0,5 мм</li> <li>4. менее 0,0002 мм</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
6.	Через какие поры флюид может свободно двигаться под действием сил тяжести?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сверхкапиллярные</li> <li>2. капиллярные</li> <li>3. субкапиллярные</li> <li>4. размер пор не влияет на их проницаемость</li> </ol>
7.	Число Рейнольдса позволяет оценить...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. нижнюю границу применимости закона Дарси</li> <li>2. верхнюю границу применимости закона Дарси</li> <li>3. нижнюю и верхнюю границы применимости закона Дарси</li> <li>4. величину расхода по закону Дарси</li> </ol>
8.	Значение критического числа Рейнольдса для однородных пористых сред по формуле Н.Н. Павловского	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2300</li> <li>2. 900</li> <li>3. <math>7 \div 9</math></li> <li>4. <math>2 \div 3</math></li> </ol>
9.	Соотношение между расчетной скоростью фильтрации $v$ (по закону Дарси) и действительной скоростью движения подземных вод $v_d$ ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>v_d = v \cdot n_e</math>, где <math>n_e</math> – эффективная пористость пород пласта-коллектора</li> <li>2. <math>v_d = \frac{n_e}{v}</math></li> <li>3. <math>v_d = \frac{v}{n_e}</math></li> <li>4. <math>v_d = v \cdot n_e^2</math></li> </ol>
10.	Эффективные напряжения – это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. напряжения, возникающие в поровой жидкости от действия гидростатического давления</li> <li>2. напряжения, возникающие в минеральном скелете породы от веса вышележащей толщи пород</li> <li>3. напряжения, возникающие при движении флюида по пласту</li> <li>4. напряжения, величина которых равна нулю</li> </ol>
11.	Что такое нейтральные напряжения?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. напряжения, возникающие в поровой жидкости от действия гидростатического давления</li> <li>2. напряжения, возникающие в минеральном скелете от веса вышележащей толщи пород</li> <li>3. напряжения, возникающие в толще полностью осушенных горных пород</li> <li>4. напряжения, величина которых равна нулю</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12.	Формула для расчета удельного веса породы ( $\gamma'$ ) с учетом эффекта взвешивания в жидкости	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\gamma' = n \cdot (\gamma_{мин} - \gamma_0)</math>, где <math>n</math> – пористость, <math>\gamma_{мин}</math> – удельный вес минеральной части породы, <math>\gamma_0</math> – удельный вес жидкости</li> <li>2. <math>\gamma' = (\gamma_{мин} - \gamma_0)</math></li> <li>3. <math>\gamma' = (1 - n) \cdot \gamma_{мин}</math></li> <li>4. <math>\gamma' = (\gamma_{мин} - \gamma_0) \cdot (1 - n)</math></li> </ol>
13.	Как изменится величина эффективных напряжений при снижении высоты столба жидкости на 10 м (удельный вес жидкости равен 1 т/м <sup>3</sup> )?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уменьшится на 1 тс/м<sup>2</sup></li> <li>2. уменьшится на 10 тс/м<sup>2</sup></li> <li>3. возрастет на 10 тс/м<sup>2</sup></li> <li>4. не изменится</li> </ol>
14.	Чем вызвано сжатие пород пласта-коллектора при откачке из них флюида?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ростом нейтральных напряжений</li> <li>2. увеличением эффективных напряжений</li> <li>3. снижением эффективных напряжений</li> <li>4. повышением величины гидростатического давления</li> </ol>
15.	Что такое градиент напора?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. отношение разности напоров к мощности пласта</li> <li>2. разность между максимальной и минимальной величиной напора в пласте</li> <li>3. перепад напоров, отнесенный к длине пути фильтрации</li> <li>4. скорость изменения величины напора во времени</li> </ol>
16.	Физический смысл коэффициента проницаемости - ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. характеризует площадь сечения каналов пористой среды, по которым происходит фильтрация</li> <li>2. коэффициент, зависящий от вязкости фильтрующейся жидкости</li> <li>3. показывает объем пор, занятых флюидом</li> <li>4. характеризует площадь пласта-коллектора, через которую фильтруется флюид</li> </ol>
17.	Коэффициент проницаемости не зависит от ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. размера пор</li> <li>2. формы пор</li> <li>3. количества пор</li> <li>4. вязкости фильтрующейся жидкости</li> </ol>
18.	Размерность коэффициента проницаемости в СИ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1/мкм</li> <li>2. мкм</li> <li>3. мкм<sup>2</sup></li> <li>4. безразмерная величина</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
19.	Как называется проницаемость пористой среды, которая определена при наличии в ней лишь одной какой-либо фазы, химически инертной по отношению к породе?	1. фазовая 2. эффективная 3. абсолютная 4. относительная
20.	Какую форму имеет сечение порового канала в модели фиктивного грунта при самой плотной упаковке частиц?	1. круглая 2. квадратная 3. овальная 4. треугольная

Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Как изменяется величина напора в пласте по направлению движения флюида?	1. увеличивается по линейному закону 2. повышается по гиперболическому закону 3. уменьшается 4. остается неизменной
2.	Основная характеристика гравитационно-водонапорного режима нефтяного пласта	1. пластовые силы распределены как массовые силы внутри пласта (сила тяжести нефти) 2. флюид и породы пласта рассматриваются как несжимаемые; на контуре питания поддерживается постоянное начальное пластовое давление 3. пласт ограничен контуром замкнутости (отсутствует питание) 4. начальное пластовое давление в процессе откачки нефти постепенно снижается, что неизбежно приводит к уменьшению дебитов скважин
3.	Под действием каких пластовых сил происходит вытеснение нефти к скважине при упруго-водонапорном режиме?	1. силы тяжести краевой воды либо агрегатов, нагнетаемых в инъекционные скважины 2. силы, обусловленные расширением пластовой воды и сжатием пород коллектора 3. силы тяжести нефти 4. силы, возникающие при выделении из нефти окклюдированного газа
4.	Какой режим пласта характеризуется наибольшими значениями коэффициента нефтеотдачи (до 0,8-0,9) при прочих равных условиях?	1. гравитационный 2. водонапорный 3. газонапорный 4. режим растворенного газа
5.	При каком режиме нефтяного пласта наблюдаются наименьшие значения коэффициента нефтеотдачи (до 0,15-0,3) при прочих равных условиях?	1. гравитационный 2. водонапорный 3. газонапорный 4. режим растворенного газа

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
6.	Общая пористость пород пласта-коллектора показывает...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. отношение объема пор к объему породы</li> <li>2. объем пор, отнесенный к объему твердой фазы породы</li> <li>3. относительное объемное содержание открытых пор (при наличии замкнутых)</li> <li>4. относительное объемное содержание замкнутых пор (при наличии открытых)</li> </ol>
7.	Как изменяется плотность нефти, содержащей растворенный газ, при увеличении пластового давления (до величин, соответствующих давлению насыщения нефти газом)?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. увеличивается</li> <li>2. уменьшается</li> <li>3. остается постоянной за счет высвобождения газа</li> <li>4. не зависит от пластового давления</li> </ol>
8.	Как влияет понижение пластовых давлений (до нуля) на вязкость нефти, содержащей растворенный газ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. увеличивает вязкость</li> <li>2. снижает вязкость</li> <li>3. вязкость остается постоянной при любых пластовых давлениях</li> <li>4. не влияет на вязкость</li> </ol>
9.	Какой эффект наблюдается при извлечении на поверхность нефти, насыщенной растворенным газом в пластовых условиях?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. снижение плотности нефти без изменения её вязкости</li> <li>2. уменьшение вязкости нефти без изменения её плотности</li> <li>3. снижение плотности и вязкости нефти</li> <li>4. усадка</li> </ol>
10.	Проницаемость пористой среды, которая определена при наличии в ней лишь одной фазы, химически инертной по отношению к породе	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. абсолютная</li> <li>2. относительная</li> <li>3. остаточная</li> <li>4. эффективная (фазовая)</li> </ol>
11.	Проницаемость пород для данной жидкости или газа при наличии или движении в порах многофазных систем	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. абсолютная</li> <li>2. эффективная (фазовая)</li> <li>3. относительная</li> <li>4. остаточная</li> </ol>
12.	Как влияет степень насыщения пор водой на относительную проницаемость пород пласта для нефти?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. при большой степени водонасыщения пород относительная проницаемость пласта для нефти резко увеличивается</li> <li>2. увеличение степени водонасыщения пород пласта приводит к снижению их проницаемости для нефти</li> <li>3. относительная проницаемость пласта для нефти не зависит от степени насыщения пор водой</li> <li>4. повышение степени водонасыщения пород вызывает медленный рост относительной проницаемости пласта для нефти</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
13.	Какой вид имеют линии равных напоров вблизи совершенных скважин?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. радиальные прямые</li> <li>2. окружности</li> <li>3. ортогональные прямые</li> <li>4. параллельные прямые</li> </ol>
14.	Сколько пространственных координат необходимо знать для определения характеристик течения (скорости фильтрации, давления и др.) в плоскопараллельном фильтрационном потоке?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. три (z, x и y)</li> <li>2. две (x,y); одну - вдоль линии тока (x), другую – перпендикулярно ей (y)</li> <li>3. две (z, y), перпендикулярные линии тока</li> <li>4. одну (x), отсчитываемую вдоль линии тока</li> </ol>
15.	Какую форму имеет поток в непосредственной близости от забоя несовершенной скважины, вскрывшей только кровлю пласта	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. плоскопараллельный</li> <li>2. плоскорадиальный</li> <li>3. радиально-сферический</li> <li>4. нет правильного ответа</li> </ol>
16.	Чему прямо пропорционален массовый расход несжимаемой жидкости для плоскопараллельного фильтрационного потока? Обозначения: $p_k$ и $p_z$ – пластовое давление на контуре питания и в галерее	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>p_k - p_z</math>,</li> <li>2. <math>p_k^2 - p_z^2</math></li> <li>3. <math>p_k + p_z</math></li> <li>4. <math>p_k^2 + p_z^2</math></li> </ol>
17.	Как изменяются массовый расход и массовая скорость фильтрации несжимаемой жидкости вдоль плоскопараллельного потока?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. постепенно уменьшаются</li> <li>2. медленно увеличиваются</li> <li>3. постоянны вдоль всего потока</li> <li>4. меняются скачкообразно</li> </ol>
18.	Какой вид имеет индикаторная линия для потока несжимаемой жидкости по закону Дарси?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. парабола</li> <li>2. прямая</li> <li>3. кривая</li> <li>4. гипербола</li> </ol>
19.	Для какой формы потока справедливо следующее уравнение неразрывности: $\frac{\partial(\rho n)}{\partial t} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial(r^2 \cdot \rho \cdot u_r)}{\partial r} = 0$ , где $\rho$ – плотность жидкости; $n$ – пористость; $t$ – время; $u_r$ - скорость фильтрации; $r$ - радиус пласта	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. для плоскопараллельного потока</li> <li>2. для плоскорадиального потока</li> <li>3. для радиально-сферического потока</li> <li>4. для любой формы потока</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20.	<p>Что позволяет рассчитать приведенная ниже формула:</p> $Q_{am} = \frac{k}{2\mu \cdot p_{at}} \cdot \frac{(p_k^2 - p_r^2)}{L} Bh$ <p>где <math>k</math> – проницаемость пласта; <math>\mu</math> – коэффициент динамической вязкости; <math>p_k</math> и <math>p_r</math> – давление на контуре и в галерее соответственно; <math>L</math>, <math>B</math> и <math>h</math> – длина, ширина и толщина пласта соответственно; <math>p_{at}</math> – атмосферное давление</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. дебит галереи в случае установившегося плоскопараллельного потока несжимаемой жидкости</li> <li>2. дебит совершенной скважины для установившегося несжимаемого потока</li> <li>3. приток идеального газа к скважине (объемный расход) по нелинейному закону</li> <li>4. приток идеального газа к галерее (объемный расход) по закону Дарси</li> </ol>

### Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	При каком режиме пласта сила тяжести нефти рассматривается как пластовая сила?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. гравитационный</li> <li>2. гравитационно-водонапорный</li> <li>3. упруго-водонапорный</li> <li>4. режим растворенного газа</li> </ol>
2.	В каком случае возможен режим растворенного газа?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. при условии наличия в пласте свободного газа в виде газовой шапки</li> <li>2. при поддержании пластового давления за счет постоянного нагнетания газа в газовую шапку</li> <li>3. при наличии в пласте нефти, полностью насыщенной газом, и при отсутствии в ней свободного газа, скопившегося в виде газовой шапки</li> <li>4. такой режим невозможен</li> </ol>
3.	Коэффициент нефтеотдачи пласта показывает...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. общий объем нефти в пласте</li> <li>2. начальную нефтенасыщенность</li> <li>3. конечную нефтенасыщенность</li> <li>4. разность между начальной и остаточной нефтенасыщенностью пласта, отнесенную к начальной</li> </ol>
4.	Статическая полезная емкость пород коллектора определяется как...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. общий объем всех пор, в том числе пор, занятых остаточной водой</li> <li>2. сумма активной пористости и остаточной влажности пород</li> <li>3. разница между активной пористостью и остаточной влажностью пород</li> <li>4. отношение активной пористости к остаточной влажности пород</li> </ol>
5.	Какой параметр характеризует относительный объем пор и пустот, через которые может происходить фильтрация нефти и газа в условиях, существующих в пласте?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. статическая полезная емкость</li> <li>2. динамическая полезная емкость</li> <li>3. общая пористость (открытая и закрытая)</li> <li>4. коэффициент пористости</li> </ol>



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
6.	Как влияет повышенное содержание растворенного газа на величину коэффициента сжимаемости нефти?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. уменьшает коэффициент сжимаемости</li> <li>2. повышает коэффициент сжимаемости</li> <li>3. уменьшает либо повышает коэффициент сжимаемости в зависимости от вязкости нефти</li> <li>4. не влияет на величину коэффициента сжимаемости</li> </ol>
7.	Отметьте формулу для расчета объемного расхода согласно закону Дарси. Обозначения: $K_{\phi}$ - коэффициент фильтрации; $\frac{\Delta H}{l}$ - перепад напоров на длину пути фильтрации; $\Omega$ – площадь сечения потока.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>Q = K_{\phi} \cdot \frac{\Delta H}{l}</math>,</li> <li>2. <math>Q = K_{\phi} \cdot \frac{\Delta H}{l} \cdot \Omega</math></li> <li>3. <math>Q = \Omega \cdot \frac{\Delta H}{l}</math></li> <li>4. <math>Q = \frac{\Delta H}{l}</math></li> </ol>
8.	Какую размерность имеет коэффициент фильтрации?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. м</li> <li>2. м<sup>2</sup></li> <li>3. м/сут</li> <li>4. сут/м</li> </ol>
9.	В каких единицах измеряется коэффициент проницаемости?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. м/сут</li> <li>2. м<sup>3</sup>/сут</li> <li>3. м<sup>2</sup></li> <li>4. безразмерная величина</li> </ol>
10.	Как влияет увеличение коэффициента динамической вязкости нефти на проницаемость пород коллектора?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. повышает проницаемость</li> <li>2. снижает проницаемость</li> <li>3. проницаемость пород коллектора остается постоянной</li> <li>4. данный коэффициент не учитывается при расчете проницаемости</li> </ol>
11.	Линии тока показывают...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. направление, в котором увеличивается величина напора жидкости</li> <li>2. направление падения земной поверхности</li> <li>3. направление, перпендикулярное траектории движения потока флюида</li> <li>4. траекторию движения потока флюида (совпадают с вектором максимальной скорости фильтрации)</li> </ol>
12.	Какой вид имеют линии тока в одномерных фильтрационных потоках?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. прямые линии</li> <li>2. плоские кривые</li> <li>3. пространственные кривые</li> <li>4. замкнутые кривые</li> </ol>
13.	Форма потока вблизи совершенной скважины, вскрывшей пласт на полную мощность и имеющей открытый забой	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. плоскопараллельный</li> <li>2. плоскорадиальный</li> <li>3. радиально-сферический</li> <li>4. нет правильного ответа</li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14.	На границе задано постоянное значение напора или пластового давления – это граничные условия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. I рода</li> <li>2. II рода</li> <li>3. III рода</li> <li>4. IV рода</li> </ol>
15.	Какой род граничных условий принимается на контуре скважины, работающей с заданным расходом?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. I род</li> <li>2. II род</li> <li>3. III род</li> <li>4. IV род</li> </ol>
16.	Массовая и объемная скорости фильтрации для жидкости в плоскорадиальном потоке...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. возрастают по мере приближения к скважине по гиперболическому закону</li> <li>2. повышаются по мере удаления от скважины по линейному закону</li> <li>3. возрастают по мере удаления от скважины по гиперболическому закону</li> <li>4. не меняются вдоль всего потока</li> </ol>
17.	<p>Что позволяет рассчитать следующая формула:</p> $Q = \frac{2\pi \cdot k \cdot h \cdot (p_k - p_c)}{\eta \cdot \ln(R_k / r_c)}$ <p>где <math>k</math> – коэффициент проницаемости; <math>h</math> – мощность потока; <math>p_k</math> и <math>p_c</math> – пластовое давление на контуре питания и в скважине соответственно; <math>\eta</math> – коэффициент кинематической вязкости жидкости; <math>R_k</math> и <math>r_c</math> – радиус кругового пласта и скважины</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. массовый расход жидкости для плоскопараллельного потока</li> <li>2. объемный расход жидкости для плоскопараллельного потока</li> <li>3. массовый расход жидкости для плоскорадиального потока</li> <li>4. объемный расход жидкости для плоскорадиального потока</li> </ol>
18.	<p>Какой параметр рассчитывается по формуле:</p> $Q = \frac{k \cdot (p_k - p_r)}{\eta \cdot L}$ <p>где <math>k</math> – коэффициент проницаемости; <math>p_k</math> и <math>p_r</math> – пластовое давление на контуре питания и в галерее; <math>\eta</math> – коэффициент кинематической вязкости жидкости; <math>L</math> – длина пути фильтрации</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. массовый расход жидкости для плоскопараллельного потока</li> <li>2. объемный расход жидкости для плоскопараллельного потока</li> <li>3. массовый расход жидкости для плоскорадиального потока</li> <li>4. объемный расход жидкости для плоскорадиального потока</li> </ol>
19.	Какой вид имеет уравнение пьезопроводности? Обозначения: $p$ – пластовое давление, $t$ – время, $\chi$ – коэффициент пьезопроводности; $k$ – коэффициент проницаемости, $\mu$ – коэффициент динамической вязкости, $\beta$ – коэффициент упругоэластичности пласта, $\rho$ – плотность жидкости, $n$ – пористость породы, $u_x$ – скорость фильтрации вдоль оси $x$ .	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{\partial p}{\partial t} = \chi \Delta p</math></li> <li>2. <math>\chi = \frac{k}{\mu \beta^*}</math></li> <li>3. <math>\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = 0</math></li> <li>4. <math>\frac{\partial(\rho n)}{\partial t}</math></li> </ol>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20.	Коэффициент пьезопроводности характеризует...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. объем жидкости, насыщающей выделенный элемент пласта при начальном давлении</li> <li>2. способность жидкости сжиматься и расширяться при изменении давления</li> <li>3. скорость изменения пластового давления при откачке флюида</li> <li>4. долю объема жидкости от объема пласта, высвобождающуюся при снижении давления</li> </ol>

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

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:*

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Богатырева А.С. Подземная гидрогазодинамика : учебное пособие [Электронный ресурс] / А.С. Богатырева. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. - 76 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/163556>, для авториз. пользователей. - «ЛАНЬ».
2. Большаков Ю.Я. Нефтегазопромысловая геология : учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю.Я. Большаков, Е.Ю. Неёлова, М.Д. Заватский. - Тюмень : ТИУ, 2020. - 118 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/237074>, для авториз. пользователей. - «ЛАНЬ».
3. Кашников Ю.А. Механика горных пород при разработке месторождений углеводородного сырья : монография [Электронный ресурс] / Ю.А. Кашников, С.Г. Ашихмин. - Москва : Горная книга, 2019. - 496 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/134896>, для авториз. пользователей. - «ЛАНЬ».
4. Ладенко А.А. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений : учебное пособие [Электронный ресурс] / А.А. Ладенко, О.В. Савенок. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 244 с. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1168610>, по подписке. - «Znanium.com».
5. Пономарева И.Н. Нефтегазовая гидромеханика : учебное пособие [Электронный ресурс] / Пономарева И.Н., Мартюшев Д.А. - Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2020. - 182 с. - Режим доступа: <https://elib.pstu.ru/docview/5058>, свободный. - «<https://elib.pstu.ru/>».

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Басниев К.С. и др. Подземная гидромеханика / Басниев К.С., Дмитриев Н.М., Каневская Р.Д., Максимов В.М. - Изд. 2-е, испр. - М. [и др.] : Ин-т компьютерных исследований, 2006. - 488 с.
2. Винников В.А. Гидромеханика : Учебник. - М. : Изд-во МГГУ, 2003. - 302 с.
3. Дмитриев Н.М. и др. Лекции по подземной гидромеханике [Электронный ресурс] : конспект лекций / Дмитриев Н.М., Кадет В.В. - Выпуск 2. М: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. 2005. - 109 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=344958> - "Znanium.com".
4. Ентов В.М. и др. Механика сплошной среды и ее применение в газонефтедобыче. Введение в механику сплошной среды : учеб. пособие / В.М. Ентов, Е.В. Гливенко. - М.: Недра, 2008. - 204 с.
5. Квеско Б.Б. и др. Подземная гидромеханика: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.Б. Квеско, Е.Г. Карпова. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2012. — 168 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10309> - "ЛАНЬ".
6. Кудинов А.А. Гидрогазодинамика : учеб. пособие - М. : ИНФРА-М, 2013. - 336 с.
7. Муфазалов Р.Ш. Гидромеханика добычи нефти : учеб. пособие. Т. 1 - Изд. 2-е, стер. - М. : Горная книга, 2008. - 328 с.
8. Савинкова Л.Д. Основы подземной нефтегазогидромеханики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. - Оренбург : ОГУ, 2017. - 175 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481805> - "Университетская библиотека онлайн".
9. Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и газа : учебник [Электронный ресурс] / А.А. Шейпак. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 270 с. - Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1190696>, по подписке. - «Znanium.com».

#### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Ланге И.Ю. Подземная гидромеханика: сборник задач для студентов специальности 21.05.02 «Прикладная геология» специализации «Геология нефти и газа» / И.Ю. Ланге., Я.А. Лебедева // СПб: Изд-во Инфо-да, 2018. - 32 с.

2. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Подземная гидромеханика», СПб., 2021. - Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>.

3. Методические указания для подготовки к лабораторным занятиям по дисциплине «Подземная гидромеханика» - СПб., 2021. - Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>.

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

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/)
3. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК": <http://www.geoinform.ru/>
4. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.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/>
9. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>
10. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
11. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
12. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
13. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>
14. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
15. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
16. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
17. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»: <http://rucont.ru/>
18. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.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, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Лекционные занятия проходят в Учебном центре №1 в различных аудиториях вместимостью на 40 и более посадочных мест, которые оснащены необходимым оборудованием: столами письменными, стульями аудиторными, трибуной настольной, доской настенной или мобильной напольной, ноутбуком с проектором и экраном или мультимедийным комплексом.

#### **Аудитории для проведения лабораторных занятий.**

Лаборатория оснащена учебным оборудованием и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Подземная гидромеханика».

*Мебель лабораторная:* столы лабораторные рабочие ЛАБ-PRO СЛв 120.65.90 TR, столы островные ЛАБ-PRO 120.150.90 на опорных тумбах, столы-мойки ЛАБ-PRO МО 120.65.90 TF, столы для весов 1200x650x900 мм на базе ЛАБ-PRO СВ 120.65.75 ЭГ, столы для весов антивибрационные 1200x600x720, столы для весов антивибрационные 600x400x720, стол 1600\*800\*700, угловой стол ресепшн А2S, кресло 9335 А2S с оранжевой тканевой накладкой на сиденье, лампа настольная Uniel TLD-571, шкафы вытяжные общего назначения ЛАБ-PRO ШВ 150.70.225 TR, шкафы для хранения реактивов ЛАБ-PRO ШМР 90.50.193, шкафы для хранения реактивов ЛАБ-PRO ШМР4П 60.50.193, тумбы подкатные металлические с 4 ящиками ЛАБ-PRO ТПМЯ4 50.50.81, компьютерные кресла 7875 А2S, доска аудиторная эмаль 100x150 вращающаяся, передвижная, тележка 600\*560, кювета 700\*430\*60мм, подножка на роликоопоре, огнетушитель.

*Учебное оборудование (технические средства обучения):* весы GR-120, весы ВЛТ-1500-П, весы ВЛТ-510-П с калибр. гирей 500 г, весы ВЛР-1 кг, весы лабораторные Е-5000 с гирей

калибровочной 1 кг, водосборник для хранения очищенной воды С-30, дистиллятор АЭ-5, баня водяная ПЭ-4300 многоместная, баня лабораторная глубокая, песчаная баня МИМП-ПБ, колбонагреватель, сушильный шкаф SNOL 58\350 нж, сушильный шкаф ПЭ-4610, печь муфельная МИМП-10У, рН-метр ЭКСПЕРТ-рН общелабораторный, дегазатор термовакuumный ДТВ-2, лаборатория портативная НКВ-21 показатель, прессиометр Техат, пробоотборник ПОУ-04, центрифуга ЦЛС-31, центрифуга ОПН-8 с ротором, анализатор коррозионной активности АКАГ, радиометр радона РРА-01М-01 "Альфарад", фотоколориметр КФК-3, аппаратура для определения содержания нефтепродуктов АН-1, комплект оборудования для определения сопротивления неконсолидированно недренированному сдвигу, установка предварительного уплотнения грунта перед сдвигом УГПС на 12 мест (в комплекте со станиной и набором грузов), прибор для вырезания образцов из монолитов г.п. в комплекте со станиной, компрессионно-фильтрационные приборы (в комплекте со станинами и наборами грузов), сдвижные одноплоскостные приборы ВСВ-25 (в комплекте со станиной), приборы конструкции Гидропроекта для испытания пород на сдвиг-срез, прибор для испытания пород на одноосное сжатие (рычажный пресс) в комплекте со станиной и набором грузов, прибор для испытания пород на прочность (рычажный пресс) в комплекте со станиной, насосом БН-10 и набором грузов, прибор для испытания пород раскалыванием БУ-39, приборы для пенетрационных испытаний ЛП, ареометры для грунта, боксы алюминиевый с крышкой, термометр лабораторный (220мм), штатив лабораторный, динамометры ДОСМ-3-0,1, динамометры ДОСМ-3-0,2, динамометры ДОСМ-3-1, динамометры ДОСМ-3-5, индикаторы часового типа ИЧ-10 (без ушка), индикаторы часового типа ИЧ-25 (с ушком), индикаторы часового типа ИЧ-50 (с ушком), ножи (сосклёпанная ручка, 140мм), моноблок 24" ASUS ET2411UKI, системный блок HP 6200 Pro тип 3, монитор ЖК Samsung 24".

## **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся в 1-м, 2-м и 3-м учебных центрах – специализированные помещения, оснащенные компьютерной техникой, имеющей выход в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», ЭИОС.

## **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, Microsoft Office 2010 Professional Plus.

Антивирусное программное обеспечение: KasperskyEndpointSecurity, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), JavaRuntimeEnvironment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNUImageManipulationProgram (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-LiteCodecPack (свободно распространяемое ПО), FARManager (свободно распространяемое ПО).

### **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, Microsoft Office 2007 Professional Plus.

Антивирусное программное обеспечение: KasperskyEndpointSecurity, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), JavaRuntimeEnvironment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNUImageManipulationProgram (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-LiteCodecPack (свободно распространяемое ПО), FARManager (свободно распространяемое ПО).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол - 2 шт., стул - 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, Microsoft Office 2007 Professional Plus.

Антивирусное программное обеспечение: KasperskyEndpointSecurity, 7-zip (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), JavaRuntimeEnvironment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNUImageManipulationProgram (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-LiteCodecPack (свободно распространяемое ПО), FARManager (свободно распространяемое ПО).

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. MicrosoftWindows 7.
2. Microsoft Windows 7 Professional.
3. Microsoft Windows Pro 7 RUS
4. Microsoft Windows 8 Professional
5. Microsoft Office 2007 Professional Plus
6. Microsoft Office Std 2007 RUS
7. Microsoft Office 2010 Professional Plus