

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

К.М.03.04 Гидравлика и подземная гидромеханика

21.03.01 Нефтегазовое дело
профиль Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти
Форма обучения

Очно-заочная

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

2021 год набора

Виды работ	Объём занятий по семестрам, час										Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Лекции						36					36
Практические занятия						42					42
Лабораторные занятия											
Консультации											
Самостоятельная работа						102					102
Контрольная работа											
Курсовой(ая) проект/работа											
Контроль						36					36
Форма контроля						экзамен					экзамен
Итого:						216					216
з.е.						6					6

Рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методического совета *нефти и газа* протокол № 5 от 14.05.2021г.

Ханты-Мансийск, 2021 год

Предисловие

1. Программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», федерального государственного образовательного стандарта высшего образования /высшего профессионального образования ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 9 февраля 2018 г. N 96.

2. Разработчик(и):

<hr/> (ученая степень, ученое звание)	 (подпись)	<hr/> Квач И.В. (И. О. Фамилия)
--	--	---------------------------------------

3. Согласовано руководителем образовательной программы по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

<hr/> к.геогр. наук (ученая степень, ученое звание)	 (подпись)	<hr/> Игенбаева Н.О. (И. О. Фамилия)
---	--	--

4. Утверждаю:

<hr/> Директор института нефти и газа (должность)	 (подпись)	<hr/> Зеленский В.И. (И. О. Фамилия)
--	---	--

1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование базы знаний о законах равновесия и движения жидкостей, приобретение студентами навыков расчета сил, действующих на стенки резервуаров, гидравлического расчета трубопроводов различного назначения; освоение законов фильтрации флюидов в пористых и трещиноватых горных породах, а также практическое применение этих законов для рациональной разработки нефтяных и газовых месторождений; о течении флюидов в коллекторах и необходимо при решении задач выбора систем и режимов разработки залежей, рациональных для данных пластовых условий

2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к комплексному модулю К.М.03 Модуль Нефтегазовое дело

3 Формируемые компетенции обучающегося

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина		Образовательные результаты (индикаторы компетенции)
код компетенции	содержание компетенции	
ОПК-1	Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	Знать: законы гидравлики, гидромеханики, способы решения задач, относящихся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания, современные проблемы подземной флюидодинамики; параметры коллекторов, законы фильтрации флюидов в пористых и трещиноватых горных породах, методы решения задач подземной гидромеханики на основе математического, физического и аналогового моделирования Уметь: выполнять гидродинамические расчеты, применяемые при проектировании и анализе разработки нефтяных и газовых месторождений; решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания; выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических, и технологических процессов

		<p>Владеть навыками: решения прямой и обратной задачи гидравлики, методикой расчета сил давления на стенки сосудов, применения уравнения Бернулли, расчета трубопроводов для жидкости и газа; навыками решения прикладных задач гидромеханики, встречающихся в нефтегазовом деле; методами подземной гидромеханики для обеспечения рационального использования эксплуатируемых месторождений нефти и газа.</p>
--	--	---

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 часов.

№ п/п	Тема	Трудоемкость по видам учебной работы, час					Код компетенции	Оценочные средства
		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Лабораторные занятия	Консультации	Самостоятельная работа		
1.	Введение. Краткий исторический обзор. Роль технической гидромеханики в нефтегазовой промышленности. Гипотеза сплошной среды. Силы, действующие в жидкости	2				4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
2.	Основные физические свойства жидкости: сжимаемость, вязкость. Плотность, коэффициент объёмного сжатия, давление насыщенных паров жидкости.	2	2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
3.	Касательные и нормальные напряжения. Гидростатическое давление и его	2	2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад

	свойства. Давление абсолютное, избыточное, вакуум. Термодинамические уравнения состояния.							
4.	Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики.	2	2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
5.	Изобарические поверхности. Равновесие капельной жидкости в поле силы тяжести.	2	2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
6.	Основное уравнение гидростатики несжимаемых жидкостей. Закон Паскаля. Гидростатика неньютоновских жидкостей, обладающих динамическим напряжением сдвига. Гидростатика сжимаемой жидкости. Гидростатика двухфазной жидкости.	2	2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
7.	Давление жидкости на твердые плоские поверхности. Давление жидкости на твердые криволинейные поверхности. Закон Архимеда.	2	2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
8.	Основные понятия и определения гидродинамики. Уравнения движения идеальной и вязкой жидкостей	2	2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
9.	Интеграл Бернулли. Уравнение Бернулли для струйки и потока несжимаемой жидкости	2	2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
10.	Два вида потерь напора. Графическая и энергетическая интерпретация	2	2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад

	уравнения Бернулли.							
11.	Примеры технического приложения уравнения Бернулли. Виды гидравлических сопротивлений. Схема их экспериментального определения.	2	2			2	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
12.	Опыты Рейнольдса. Режимы течения жидкости. Ламинарное движение несжимаемой жидкости в цилиндрической трубе		2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
13.	Распределение скоростей и напряжений. Коэффициент гидравлического сопротивления. Турбулентное течение жидкости. Структура потока. Осредненные местные скорости.		2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
14.	Потери напора. Коэффициент гидравлических сопротивлений.		2			6	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
15.	Экспериментальное определение коэффициента местных сопротивлений. Эквивалентная длина.		2			6	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
16.	Физические основы подземной гидромеханики Понятие о моделировании. Модели фильтрационного течения и коллекторов. Скорость фильтрации. Законы фильтрации.	2	2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
17.	Дифференциальные уравнения	2	2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование,

	<p>фильтрации. Уравнения течения для пористой среды. Уравнения фильтрации для трещиновато-пористой среды. Начальные и граничные условия. Замыкающие соотношения</p>							доклад
18.	<p>Установившаяся потенциальная одномерная фильтрация. Виды одномерных потоков. Исследование одномерных течений</p>	2	2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
19.	<p>Анализ основных видов одномерного течения по закону Дарси</p>	2	2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
20.	<p>Плоские задачи теории фильтрации об установившемся притоке к скважине. Приток к совершенной скважине. Фильтрационный поток от нагнетательной скважины к эксплуатационной. Приток к группе скважин с удаленным контуром питания</p>	2	2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
21.	<p>Приток к несовершенным скважинам. Виды несовершенств скважин. Приведенный радиус. Добавочное фильтрационное сопротивление. Экспериментальные и теоретические исследования притока жидкости к гидродинамически несовершенной</p>	2	2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад

	скважине.							
22.	Взаимодействие скважин в неоднородно проницаемом и анизотропном пластах. Влияние радиуса скважины на её производительность	2	2			4	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
23.	Нестационарная фильтрация упругой жидкости и газа. Упругая жидкость. Понятия об упругом режиме пласта. Основные параметры теории упругого режима. Дифференциальное уравнение неустановившейся фильтрации упругой жидкости (уравнение пьезопроводности)					6	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
24.	Приток к скважине в пласте конечных размеров в условиях упруговодонапорного и замкнуто-упругого режима. Круглый горизонтальный пласт с закрытой внешней границей					6	ОПК-1	Отчет, собеседование, доклад
	Итого	36	42	-	-	102	-	-

5 Образовательные технологии, используемые при различных видах учебной работы

№ темы	Образовательная технология
4	Управляемая дискуссия
7	Управляемая дискуссия

6 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Электронно-информационная образовательная среда представлена личным кабинетом, расположенным по ссылке <https://itport.ugrasu.ru>, электронной библиотечной системой <https://lib.ugrasu.ru>, электронным каталогом Научной библиотеки ЮГУ <https://irbis.ugrasu.ru> и системой дистанционного обучения Moodle, расположенной по ссылке <http://eluniver.ugrasu.ru>.

Методические указания для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ в доступной для них форме представлены в электронном виде в системе Moodle по ссылке <http://eluniver.ugrasu.ru>.

6.1 Методические указания к занятиям лекционного типа

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать его научно-педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии.

6.2 Методические указания к практическим занятиям

Целью практических занятий является закрепление теоретических знаний и приобретение практических умений и навыков. Методические рекомендации по каждой практической работе имеют теоретическую часть, подготовленную отдельно, или указание на источник, необходимый для подготовки к соответствующему практическому занятию, с необходимыми для выполнения работы формулами, пояснениями, таблицами и графиками; алгоритм выполнения заданий. Практические задания сочетаются с теоретическими знаниями. Проведению практического занятия как правило предшествует самостоятельная работа обучающегося.

6.3 Методические указания к лабораторным занятиям

Лабораторные занятия в данной дисциплине учебным планом не предусмотрены

6.4 Методические указания к консультациям

Консультация – устное или письменное разъяснение НПР по сложному и актуальному теоретическому, практическому, методическому вопросу, проблеме, предшествующее активной самостоятельной познавательной деятельности обучающихся. Консультация является одной из форм руководства работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении учебного материала. Для участия в консультации обучающийся готовит вопросы или результаты работы для обсуждения с научно-педагогическим работником. Вопросы и результаты работы могут предварительно согласовываться обучающимся с научно-педагогическим работником для обсуждения на консультации.

6.5 Методические указания к самостоятельной работе

В рамках самостоятельной работы обучающийся знакомится с рабочей программой, особое внимание должно уделяться целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Анализируется конспект лекций, ведется подготовка ответов к контрольным вопросам, просматривается рекомендуемая литература, используются аудио-видеозаписи по заданной теме, решаются расчетно-графические задания, задачи по алгоритму и др.

7 Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся производится в дискретные временные интервалы НПР, обеспечивающими реализацию дисциплины в форме: экзамена

Обучение и контроль обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом

особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Методическое обеспечение для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья представлено как электронный учебно-методический комплект документов по дисциплине и размещено в системе «Moodle» (и/или в системе управления электронными образовательными ресурсами) на сайте Университета по ссылке <http://eluniver.ugrasu.ru>.

7.1 Технологическая карта дисциплины

№ п/п	Название темы	Максимальное количество баллов
Обязательный уровень (70 баллов)		
1.	Введение. Краткий исторический обзор. Роль технической гидромеханики в нефтегазовой промышленности. Гипотеза сплошной среды. Силы, действующие в жидкости	2
2.	Основные физические свойства жидкости: сжимаемость, вязкость. Плотность, коэффициент объёмного сжатия, давление насыщенных паров жидкости.	2
3.	Касательные и нормальные напряжения. Гидростатическое давление и его свойства. Давление абсолютное, избыточное, вакуум. Термодинамические уравнения состояния.	3
4.	Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики.	3
5.	Изобарические поверхности. Равновесие капельной жидкости в поле силы тяжести.	3
6.	Основное уравнение гидростатики несжимаемых жидкостей. Закон Паскаля. Гидростатика неньютоновских жидкостей, обладающих динамическим напряжением сдвига. Гидростатика сжимаемой жидкости. Гидростатика двухфазной жидкости.	3
7.	Давление жидкости на твердые плоские поверхности. Давление жидкости на твердые криволинейные поверхности. Закон Архимеда.	3
8.	Основные понятия и определения гидродинамики. Уравнения движения идеальной и вязкой жидкостей	3
9.	Интеграл Бернулли. Уравнение Бернулли для струйки и потока несжимаемой жидкости	3
10.	Два вида потерь напора. Графическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.	3
11.	Примеры технического приложения уравнения Бернулли. Виды гидравлических сопротивлений. Схема их экспериментального определения.	3
12.	Опыты Рейнольдса. Режимы течения жидкости. Ламинарное движение несжимаемой жидкости в	3

	цилиндрической трубе	
13.	Распределение скоростей и напряжений. Коэффициент гидравлического сопротивления. Турбулентное течение жидкости. Структура потока. Осредненные местные скорости.	3
14.	Потери напора. Коэффициент гидравлических сопротивлений.	3
15.	Экспериментальное определение коэффициента местных сопротивлений. Эквивалентная длина.	3
16.	Физические основы подземной гидромеханики Понятие о моделировании. Модели фильтрационного течения и коллекторов. Скорость фильтрации. Законы фильтрации.	3
17.	Дифференциальные уравнения фильтрации. Уравнения течения для пористой среды. Уравнения фильтрации для трещиновато-пористой среды. Начальные и граничные условия. Замыкающие соотношения	3
18.	Установившаяся потенциальная одномерная фильтрация. Виды одномерных потоков. Исследование одномерных течений	3
19.	Анализ основных видов одномерного течения по закону Дарси	3
20.	Плоские задачи теории фильтрации об установившемся притоке к скважине. Приток к совершенной скважине. Фильтрационный поток от нагнетательной скважины к эксплуатационной. Приток к группе скважин с удаленным контуром питания	3
21.	Приток к несовершенным скважинам. Виды несовершенств скважин. Приведенный радиус. Добавочное фильтрационное сопротивление. Экспериментальные и теоретические исследования притока жидкости к гидродинамически несовершенной скважине.	3
22.	Взаимодействие скважин в неоднородно проницаемом и анизотропном пластах. Влияние радиуса скважины на её производительность	3
23.	Нестационарная фильтрация упругой жидкости и газа. Упругая жидкость. Понятия об упругом режиме пласта. Основные параметры теории упругого режима. Дифференциальное уравнение неустановившейся фильтрации упругой жидкости (уравнение пьезопроводности)	3
24.	Приток к скважине в пласте конечных размеров в условиях упруговодонапорного и замкнуто-упругого режима. Круглый горизонтальный пласт с закрытой внешней границей	3
Дополнительный уровень 30 баллов		
1.	Введение. Краткий исторический обзор. Роль технической гидромеханики в нефтегазовой промышленности. Гипотеза сплошной среды. Силы, действующие в жидкости	1
2.	Основные физические свойства жидкости: сжимаемость, вязкость. Плотность, коэффициент объёмного сжатия,	1

	давление насыщенных паров жидкости.	
3.	Касательные и нормальные напряжения. Гидростатическое давление и его свойства. Давление абсолютное, избыточное, вакуум. Термодинамические уравнения состояния.	1
4.	Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики.	1
5.	Изобарические поверхности. Равновесие капельной жидкости в поле силы тяжести.	1
6.	Основное уравнение гидростатики несжимаемых жидкостей. Закон Паскаля. Гидростатика неньютоновских жидкостей, обладающих динамическим напряжением сдвига. Гидростатика сжимаемой жидкости. Гидростатика двухфазной жидкости.	1
7.	Давление жидкости на твердые плоские поверхности. Давление жидкости на твердые криволинейные поверхности. Закон Архимеда.	1
8.	Основные понятия и определения гидродинамики. Уравнения движения идеальной и вязкой жидкостей	1
9.	Интеграл Бернулли. Уравнение Бернулли для струйки и потока несжимаемой жидкости	1
10.	Два вида потерь напора. Графическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли.	1
11.	Примеры технического приложения уравнения Бернулли. Виды гидравлических сопротивлений. Схема их экспериментального определения.	1
12.	Опыты Рейнольдса. Режимы течения жидкости. Ламинарное движение несжимаемой жидкости в цилиндрической трубе	1
13.	Распределение скоростей и напряжений. Коэффициент гидравлического сопротивления. Турбулентное течение жидкости. Структура потока. Осредненные местные скорости.	1
14.	Потери напора. Коэффициент гидравлических сопротивлений.	1
15.	Экспериментальное определение коэффициента местных сопротивлений. Эквивалентная длина.	1
16.	Физические основы подземной гидромеханики Понятие о моделировании. Модели фильтрационного течения и коллекторов. Скорость фильтрации. Законы фильтрации.	1
17.	Дифференциальные уравнения фильтрации. Уравнения течения для пористой среды. Уравнения фильтрации для трещиновато-пористой среды. Начальные и граничные условия. Замыкающие соотношения	1
18.	Установившаяся потенциальная одномерная фильтрация. Виды одномерных потоков. Исследование одномерных течений	1
19.	Анализ основных видов одномерного течения по закону Дарси	2
20.	Плоские задачи теории фильтрации об установившемся притоке к скважине. Приток к совершенной скважине.	2

	Фильтрационный поток от нагнетательной скважины к эксплуатационной. Приток к группе скважин с удаленным контуром питания	
21.	Приток к несовершенным скважинам. Виды несовершенств скважин. Приведенный радиус. Добавочное фильтрационное сопротивление. Экспериментальные и теоретические исследования притока жидкости к гидродинамически несовершенной скважине.	2
22.	Взаимодействие скважин в неоднородно проницаемом и анизотропном пластах. Влияние радиуса скважины на её производительность	2
23.	Нестационарная фильтрация упругой жидкости и газа. Упругая жидкость. Понятия об упругом режиме пласта. Основные параметры теории упругого режима. Дифференциальное уравнение неустановившейся фильтрации упругой жидкости (уравнение пьезопроводности)	2
24.	Приток к скважине в пласте конечных размеров в условиях упруговодонапорного и замкнуто-упругого режима. Круглый горизонтальный пласт с закрытой внешней границей	2
Итого		

Шкала оценивания результатов *по балльной системе*:

Критерии выставления оценки по экзамену при промежуточной аттестации

отлично от 85 до 100 баллов;

хорошо от 75 до 84 балла;

удовлетворительно от 60 до 74 баллов,

неудовлетворительно от 0 до 59 баллов.

7.2 Примерные виды оценочного средства

7.1 Примерные задания Задача 1.1. Плотность и объем первой жидкости равны 1000 кг/м^3 и 10 см^3 . Плотность второй жидкости ρ_2 и объем V_2 . Жидкости смешали. Определить плотность смеси.

Последняя цифра зачетки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\rho_2, \text{ кг/м}^3$	800	840	880	920	960	1040	1080	1120	1160	1200
$V_2, \text{ см}^3$	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2

Задача 1.2. При гидравлических испытаниях водопровода длиной ℓ и диаметром D необходимо повысить давление в нём на Δp . Какой объём воды необходимо дополнительно закачать в водопровод?

Последняя цифра зачетки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\ell, \text{ км}$	0,5	1,00	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5
$D, \text{ мм}$	1400	1200	1100	1000	900	800	700	610	460	260
$\Delta p, \text{ МПа}$	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,0	1,0	0,5

Коэффициенты объёмного сжатия жидкости принять равными $5 \cdot 10^{-10} \text{ 1/Па}$.

Задача 1.3. Определить плотность воды при давлении p , если при давлении $0,1 \text{ МПа}$ плотность воды 1000 кг/м^3 .

Последняя цифра зачетки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$p, \text{ МПа}$	6,1	5,6	5,1	4,5	4,1	3,6	3,1	2,1	1,1	0,6

Коэффициенты объёмного сжатия принять равными: $5 \cdot 10^{-10} \text{ 1/Па}$.

Задача 1.4. Определить модуль упругости жидкости, если при увеличении давления на Δp её объём изменился с V_1 до V_2 .

Последняя цифра зачетки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\Delta p, \text{ МПа}$	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
$V_1, \text{ см}^3$	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	2000
$V_2, \text{ см}^3$	198	297	396	496	595,2	695	794	894	994	1989

Задача 1.5

Определить пористость m , просветность m_s фиктивного грунта, если угол укладки частиц α равен $60^\circ, 70^\circ, 80^\circ, 90^\circ$ (для 1 варианта). Построить график зависимости данных величин от угла укладки.

Задача 1.6

Для величины пористости при $\alpha=75^\circ$ (для 1 варианта) (взять из графика задачи 1) и диаметре частиц $d=0,11 \text{ мм}$ определить удельную поверхность $S_{уд}$ фиктивного грунта, радиус пор идеального грунта R , проницаемость k идеального грунта, удельную поверхность, зная проницаемость реального грунта.

7.3 Примерный перечень вопросов к собеседованию

1. Что называется жидкостью?
2. Какие вы знаете жидкости?
3. Что такое плотность жидкости?
4. Что такое объёмный вес жидкости и как он связан с плотностью жидкости?

5. Что такое коэффициент объёмного сжатия жидкости?
6. Что такое коэффициент температурного расширения жидкости?
7. Какие вы знаете основные свойства капельных жидкостей?
8. Как рассчитать плотность идеального газа?
9. Какой процесс называется изотермическим? Запишите уравнение этого процесса.
10. Какой процесс называется политропическим? Запишите уравнение этого процесса.
11. Какой процесс называется адиабатическим? Запишите уравнение этого процесса.
12. Каково общее свойство капельных и газообразных жидкостей и что является их отличительным признаком?
13. Что такое вязкость жидкости?
14. В чем состоит сущность закона Ньютона внутреннего трения в жидкости?
15. Какая связь существует между динамической и кинематической вязкостью и какова их размерность в Международной системе единиц?
16. Какими приборами определяется вязкость жидкости?
17. Как изменяется кинематическая вязкость жидкостей и газов при изменении температуры?
18. Что понимают в гидравлике под идеальной жидкостью?
19. Какие законы изучает гидростатика?
20. Какие силы действуют в жидкости и чем они характеризуются?
21. Что называется абсолютным гидростатическим давлением?
22. Каковы основные свойства гидростатического давления?
23. В каких единицах измеряется гидростатическое давление?
24. Какими приборами измеряется гидростатическое давление?
25. Что называется манометрическим давлением и как оно измеряется?
26. Что называется давлением вакуума и как оно измеряется?
27. В чем заключается физический смысл величин, входящих в дифференциальные уравнения гидростатики Эйлера?
28. Напишите уравнение поверхности уровня (поверхности равного давления) в общем виде.
29. Какими свойствами обладает поверхности уровня (поверхности равного давления)?
30. Как записывается основное уравнение гидростатики?
31. В чем состоит сущность закона Паскаля?
32. Как рассчитать силу давления на плоскую наклонную стенку?
33. Что такое центр давления?
34. Как рассчитать горизонтальную составляющую силу давления на криволинейную поверхность?
35. Как рассчитать вертикальную составляющую силу давления на криволинейную поверхность?
36. В чем состоит сущность закона Архимеда?
37. В чем различие между установившимся и неустановившимся движением жидкости?
38. Что называется местной скоростью?
39. Что такое поле скоростей?
40. Что называется линией тока?
41. В чем отличие траектории жидкой частицы и линии тока?
42. Что называется трубкой тока?
43. Что называется элементарной стружкой?
44. Что называется потоком жидкости?
45. Что называется поперечным сечением потока?

46. Как рассчитываются площади поперечного сечения трубы, вентиляционного канала и межтрубного пространства соосных труб?
47. Что такое гидравлический радиус и что он характеризует?
48. Что такое эквивалентный диаметр и зачем он нужен?
49. Что объёмный расход?
50. Что массовый расход?
51. Как рассчитать среднюю скорость в поперечном сечении?
52. Как записывается уравнение неразрывности потока при установившемся движении сжимаемой жидкости или газа?
53. Как записывается уравнение неразрывности потока при установившемся движении несжимаемой жидкости?
54. Какая разница между средней и местной скоростью?
55. Как записывается уравнение Бернулли для потока реальной жидкости?
56. В чем заключается геометрический смысл уравнения Бернулли?
57. В чем заключается энергетический смысл уравнения Бернулли?
58. Что такое гидравлический уклон? Когда он совпадает с пьезометрическим уклоном?
59. Приведите определение местных сопротивлений: по какой формуле находятся потери напора на местные сопротивления?
60. Как выражаются потери напора при внезапном расширении трубопровода?
61. На чем основан принцип работы измерительной диафрагмы?
62. Какие режимы движения существуют? Как определить режим движения в трубе?
63. Что такое число Рейнольдса, в чем его физический смысл и практическое значение?
64. По какой формуле определяются потери напора по длине при ламинарном течении в трубах?
65. Что такое пульсация скорости?
66. Что такое абсолютная и относительная шероховатость?
67. Что такое гидравлически гладкая и гидравлически шероховатая труба?
68. От каких факторов зависит коэффициент гидравлического трения при турбулентном режиме движения. По каким формулам его можно определить?
69. Что такое квадратичная область сопротивления?
70. Дайте определение, короткого, длинного, простого и сложного трубопроводов?
71. Какие основные виды расчётов встречаются при расчёте трубопроводов?
72. Приведите порядок расчета перепада давлений в коротком трубопроводе при известных значения расхода и диаметра?
73. Приведите порядок расчета расхода короткого трубопровода при известных значения перепада давлений и диаметра?
74. Приведите порядок расчета диаметра короткого трубопровода при известных значения перепада давлений и расхода?
75. Что такое модуль расхода длинного трубопровода?
76. Как учитываются местные потери давления при расчете длинных трубопроводов?
77. Как рассчитываются потери напора в длинном трубопроводе?
78. Чему равна потеря давления на трение при последовательном соединении труб?
79. Какими гидравлическими особенностями характеризуется параллельное соединение труб?
80. Как найти повышение давления в трубе при внезапном закрывании задвижки?
81. Каковы особенности расчета воздухопроводов и газопроводов при малых разностях давления?
82. Как находятся потери давления в газопроводах высокого давления?

83. Как определяются потери давления в трубе при непрерывной раздаче расхода по пути?
84. Каким образом определяются потери давления на трение в трубах некруглого сечения?
85. Как можно учесть изменение пропускной способности трубопроводов в процессе их эксплуатации?
86. Почему опасно допускать большое загрязнение труб?
87. Какими особенностями характеризуется истечение через малое отверстие в тонкой стенке?
88. Что такое коэффициент сжатия струи?
89. Что такое коэффициент скорости? Какая связь существует между коэффициентом скорости и коэффициентом сопротивления при истечении?
90. Что учитывает коэффициент расхода при истечении из отверстия?
91. Как изменяется расход и скорость при истечении жидкости через наружный цилиндрический насадок по сравнению с истечением ее из малого круглого отверстия того же сечения в тонкой стенке сосуда?
92. Какое влияние оказывает напор на величину коэффициента расхода при истечении через цилиндрические насадки?
93. Какое влияние оказывает вязкость на истечение из отверстий и насадок?
94. Как влияет на расход жидкости затопление отверстия?
95. Какая связь существует между коэффициентами сопротивления, сжатия струи скорости и расхода при истечении из отверстий?
96. Какова причина увеличения расхода при истечении через наружный цилиндрический насадок (по сравнению с отверстием в тонкой стенке)?
97. Основные характеристики пористой среды (пористость, просветность, удельная поверхность). Скорость фильтрации и "истинная средняя скорость", связь между ними.
98. Опыт и закон Дарси. Определение коэффициентов фильтрации и проницаемости.
99. Дифференциальная форма записи закона Дарси для изотропного материала. Разделение свойств пористой среды и жидкости.
100. Пределы применимости закона Дарси. Верхняя и нижняя границы применимости. Нелинейные законы фильтрации.
101. Определение фильтрационного числа Рейнольдса.
102. Закон Дарси для трансверсально-изотропного материала. Особенности фильтраций в анизотропных средах.
103. Закон фильтрации для ортотропных сред. Особенности фильтрации в анизотропных средах.
104. Определение проницаемости для анизотропных пористых сред. Направленная проницаемость трансверсально-изотропной пористой среды.
105. Определение проницаемости для анизотропных пористых сред. Направленная проницаемость для ортотропной пористой среды.
106. Вывод уравнения неразрывности для неустановившейся фильтрации сжимаемой жидкости.
107. Математическая модель изотермической фильтрации жидкости и газа в недеформируемой пористой среде.
108. Приток флюида к галерее. Случай несжимаемой жидкости.
109. Приток флюида к центральной скважине. Случай несжимаемой жидкости.
110. Сжимаемый флюид. Функция Лейбензона. Аналогия между фильтрацией газа и жидкости.
111. Приток флюида к галерее. Случай совершенного газа.
112. Приток флюида к центральной скважине. Случай совершенного газа.

113. Время движения "меченой" частицы к галерее при фильтрации несжимаемой жидкости.
114. Время движения "меченой" частицы к скважине при фильтрации несжимаемой жидкости.
115. Время движения "меченой" частицы к галерее при фильтрации сжимаемой жидкости.
116. Время движения "меченой" частицы к скважине при фильтрации сжимаемой жидкости.
117. Слоисто-неоднородный пласт. Формула для дебита и средней проницаемости при фильтрации к галерее.
118. . Слоисто-неоднородный пласт. Формула для дебита и средней проницаемости при фильтрации к скважине.
119. Зонально-неоднородный пласт. Формула для дебита и средней проницаемости при фильтрации к галерее.
120. Зонально-неоднородный пласт. Формула для дебита и средней проницаемости при фильтрации к скважине.
121. Метод суперпозиции. Потенциал точечного источника и стока на плоскости.
122. . Выражение для потенциала в произвольной точке на неограниченном пласте при работе N источников и стоков.
123. Решение задачи о притоке к группе скважин с удаленным контуром питания.
124. Дебит скважины, расположенной в пласте с прямолинейным контуром питания.
125. Дебит скважины, расположенной вблизи непроницаемой границы (сброса).
126. . Виды несовершенства скважин. Расчет дебита с помощью графиков Щурова.
127. Понятие упругого режима пласта. Определяющие уравнения и математическая модель.
128. . Вывод дифференциального уравнения фильтрации упругой жидкости в упругой пористой среде по закону Дарси (уравнение пьезопроводности).
129. 33. Прямолинейно-параллельный фильтрационный поток упругой жидкости в упругом пласте (случай $p=\text{const}$).
130. Прямолинейно-параллельный фильтрационный поток упругой жидкости в упругом пласте (случай $Q=\text{const}$).
131. . Основная формула теории упругого режима.
132. Вывод дифференциального уравнения Лейбензона.
133. . Основное решение линеаризованного уравнения Лейбензона.
134. Закон фильтрации с предельным градиентом.
135. Приток вязкопластичной жидкости к скважине.

7.4 Примерный перечень тем докладов

1. Основные физические свойства жидкостей и газов.
2. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Требования к рабочим жидкостям гидроприводов.
3. гидроприводов.
4. Понятие гидростатического давления. Свойства давления.
5. Абсолютное, избыточное, вакуумметрическое давления.
6. Приборы для измерения давления.
7. Абсолютный и относительный покой. Относительное равновесие жидкости.
8. Поверхность уровня. Поверхность уровня жидкости в поле земного тяготения.

9. Закон Паскаля. Гидравлический пресс.
10. Закон Архимеда.
11. Сила гидростатического давления жидкости на плоские горизонтальные поверхности.
12. Сила гидростатического давления жидкости на плоские вертикальные поверхности.
13. Сила гидростатического давления жидкости на плоские наклонные поверхности.
14. Определение местоположения суммарной силы гидростатического давления на
15. плоскую наклонную стенку.
16. Сила гидростатического давления жидкости на криволинейную поверхность.
17. Определение местоположения суммарной силы гидростатического давления на
18. криволинейную поверхность.
19. Основные гидродинамические понятия.
20. Местная и средняя скорость.
21. Уравнение сохранения расхода. Его практическое применение: соотношение
22. диаметров и скоростей в трубопроводах.
23. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Полный, пьезометрический и
24. скоростной напоры.
25. Уравнение Бернулли для реальной жидкости.
26. Режимы движения реальной жидкости. Число Re.
27. Гидравлические сопротивления. Их физическая природа и классификация.
Структура
28. формул для вычисления потерь энергии (напора).
29. Сопротивление по длине, основная формула потерь. Наиболее употребительные
30. формулы для коэффициента трения.
31. Местное гидравлическое сопротивление, основная формула.
32. Частные виды местных сопротивлений.
33. Ламинарное движение жидкости. Закон распределения скоростей по сечению
34. потока.
34. Турбулентный режим движения жидкости. Закон распределения скоростей по
35. сечению потока.
36. Понятие о гидравлически гладких и гидравлически шероховатых трубах.
37. Диффузоры, конфузоры.
38. Истечение жидкостей из отверстий. Коэффициенты: сжатия струи, скорости,
39. расхода.
39. Истечение жидкости из насадков. Коэффициенты: сжатия струи, скорости,
40. расхода.
40. Расчет простого трубопровода.
41. Расчет трубопроводов при последовательном соединении труб.
42. Расчет трубопроводов при параллельном соединении труб.
43. Основные параметры гидромашин: расход., напор, мощность, КПД.
44. Работа насоса на сеть. Регулирование.
45. Последовательное соединение насосов.
46. Параллельное соединение насосов.
47. Классификация и принцип действия объемных гидроприводов.
48. Основные элементы пневмопривода.
49. Основные характеристики пористой среды (пористость, просветность,
50. проницаемость). Истинная средняя скорость и скорость фильтрации, связь между ними.
50. Опыты и закон Дарси. Определение коэффициентов проницаемости и
51. фильтрации. Дифференциальная форма записи закона Дарси для изотропного

материала. Влияние свойств пористой среды и жидкости на скорость фильтрации.

51. Пределы применимости закона Дарси. Верхняя и нижняя границы применимости. Нелинейные законы фильтрации.
52. Закон Дарси для анизотропных сред. Особенности фильтрации в анизотропных средах.
53. Определение проницаемости для анизотропных пористых сред. Направленная проницаемость в трансверсально-изотропной пористой среде.
54. Определение проницаемости для анизотропных пористых сред. Направленная проницаемость в ортотропной пористой среде.
55. Понятие о режимах разработки нефтегазовоносных пластов. 9. Зависимость параметров флюидов и пористой среды от давления.
56. Уравнение неразрывности для неустановившейся фильтрации сжимаемой жидкости в деформируемой пористой среде.
57. Функция Лейбензона. Аналогия между фильтрацией идеального газа и несжимаемой жидкости.
58. Стационарный приток флюида к галерее. Случай несжимаемой жидкости.
59. Стационарный приток флюида к центральной скважине. Случай несжимаемой жидкости.
60. Стационарный приток флюида к галерее. Случай совершенного газа.
61. Стационарный приток флюида к центральной скважине. Случай совершенного газа.
62. Время движения "меченой" частицы к скважине при фильтрации несжимаемой жидкости.
63. Слоисто-неоднородный пласт. Формулы для дебита и средней проницаемости при фильтрации к галерее несжимаемой жидкости и совершенного газа.
64. Зонально-неоднородный пласт. Формулы для дебита и средней проницаемости при фильтрации к галерее несжимаемой жидкости и совершенного газа.
65. Понятие потенциала. Потенциал точечного источника и стока на плоскости. Метод суперпозиции.
66. Выражение для потенциала в произвольной точке плоскости при работе "N" источников и стоков.
67. Решение задачи о притоке к группе скважин с удаленным контуром питания.
68. Дебит скважины, расположенной в пласте с прямолинейным контуром питания. 26. Дебит скважины, расположенной вблизи непроницаемой границы.
69. Виды несовершенства скважины. Расчет дебита с помощью графиков Щурова. 28. Подсчет «упругого запаса жидкости» в пласте
70. Вывод дифференциального уравнения фильтрации упругой жидкости в упругой пористой среде по закону Дарси.
71. Прямолинейно-параллельный фильтрационный поток упругой жидкости в упругом пласте (случай $P_c = \text{const}$).
72. Прямолинейно-параллельный фильтрационный поток упругой жидкости в упругом пласте (случай $Q = \text{const}$).
73. Основная формула теории упругого режима. 33. Интерференция скважин в условиях упругого режима нефтяного пласта.
74. Определение коллекторских свойств нефтяного пласта по данным исследования скважин при упругом режиме.
75. Метод последовательной смены стационарных состояний (случай $P_c = \text{const}$ плоскопараллельный поток).
76. Метод последовательной смены стационарных состояний (случай $Q = \text{const}$ плоскопараллельный поток).

77. Метод последовательной смены стационарных состояний (случай $Q=\text{const}$ радиальносимметричный поток).
78. Метод А.М.Пирвердяна (случай $P_c=\text{const}$, плоско-параллельный поток). 39. Метод А.М.Пирвердяна (случай $Q=\text{const}$, плоско-параллельный поток).
79. Вывод дифференциального уравнения Лейбензона для неустановившейся изотермической фильтрации газа.
80. Линеаризация уравнения Лейбензона.
81. Основное решение линеаризованного уравнения Лейбензона.
82. Принцип суперпозиции в задачах неустановившейся фильтрации газа.
83. Задачи поршневого вытеснения. Условия на подвижной границе.
84. Прямолинейно-параллельное вытеснение нефти водой.
85. Плоскорадиальное вытеснение нефти водой.
86. Устойчивость движения границы раздела фаз в задаче поршневого вытеснения.
87. Обобщенный закон Дарси для двухфазной фильтрации. Фазовые и относительные фазовые проницаемости. Функция капиллярного давления.
88. Математическая модель Баклея-Левретта. (Уравнение Баклея-Левретта.)
89. Функция распределения потоков Баклея-Левретта.
90. Решение уравнения Баклея-Левретта.
91. Практическое применение решения уравнения Баклея-Левретта. Определение фронтальной насыщенности.
92. Практическое применение решения уравнения Баклея-Левретта. Определение средней насыщенности в безводный период добычи.
93. Практическое применение решения уравнения Баклея-Левретта. Определение средней насыщенности после прорыва воды.
94. Практическое применение решения уравнения Баклея-Левретта. Расчет коэффициента безводной нефтеотдачи.
95. Практическое применение решения уравнения Баклея-Левретта. Расчет коэффициента конечной нефтеотдачи.
96. Установившееся течение вязко-пластической жидкости. Определение предельного градиента давления по скважинным испытаниям.
97. Геометрические характеристики трещиноватых сред.
98. Особенности фильтрации в трещиноватых средах.
99. Особенности фильтрации в трещиновато-пористых средах

7.5 Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Физические свойства жидкостей на примере плотности, удельного объема, вязкости, поверхностного натяжения.
2. Приборы для измерения давления.
3. Гидростатическое давление и его свойства. Физический смысл. Размерность в системных и внесистемных единицах.
4. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера.
5. Основное уравнение гидростатики.
6. Пьезометрическая и приведенная высоты, вакуум, напор и удельная потенциальная энергия.
7. Относительный и абсолютный покой жидкости.
8. Плавание тел. Плаваемость. Три центра. Закон Архимеда. Остойчивость плавающего тела.
9. Закон Паскаля и его практическое применение.
10. Сила давления жидкости на плоскую стенку. Центр давления.
11. Сила давления жидкости на криволинейную стенку. Центр давления.
12. Понятие о струйчатой модели потока.

13. Уравнение постоянства расхода для установившегося движения жидкости
14. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
15. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.
16. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.
17. Практические приложения уравнения Бернулли для определения скорости и расхода жидкости.
18. Уравнение равномерного движения жидкости (формула Шези).
19. 20. Гидравлический и пьезометрический уклон.
20. Режимы движения вязкой жидкости. Число Рейнольдса и его критические значения. Эпюры скоростей.
21. Ламинарный режим движения. Формула Дарси.
22. Движение жидкости через плоскую щель.
23. Турбулентный режим движения жидкости.
24. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Пульсация скоростей и осредненная скорость.
25. Классификация потерь напора.
26. Потери напора на местные сопротивления (внезапное расширение).
27. Потери напора на преодоление сил трения, определение коэффициента гидравлического трения расчетным путем.
28. Основы расчета трубопроводов.
29. Истечение жидкости через отверстия (истечение жидкости через малые отверстия в тонкой стенке).
30. Истечение жидкости из насадков.
31. Истечение жидкости через большие отверстия.
32. Коэффициент продуктивности скважины.
33. Коэффициент гидропроводности. Воронка депрессии.
34. Средневзвешенное давление пласта. Приток жидкости к скважине при нарушении закона Дарси.
35. Фильтрационные потоки в неоднородных пластах.
36. Установившиеся безнапорные фильтрационные потоки жидкости.
37. Движение жидкости к дренажной галерее и к скважине. Формулы скорости фильтрации, дебита, распределения давления. Индикаторная линия.
38. Установившаяся плоская фильтрация жидкости. Источники и стоки. Приток к группе скважин.
39. Интерференция скважин. Потенциал точечного источника и стока на плоскости. Принцип суперпозиции.
40. Приток жидкости к группе скважин в пласте с удаленным контуром питания
41. Приток жидкости к скважине с прямолинейным контуром питания.
42. Приток жидкости к скважине, эксцентрично расположенной в круговом пласте.
43. Приток жидкости к бесконечным цепочкам и кольцевым батареям скважин
44. Количественная оценка эффекта интерференции скважин.
45. Расчет дебитов скважин с помощью схем эквивалентных фильтрационных сопротивлений
46. Приток жидкости к скважине вблизи непроницаемой границы и между сбросами (клин). Метод отображения источников и стоков.
47. Приток к несовершенным скважинам. Несовершенство по степени вскрытия и по характеру вскрытия пласта.
48. Дебит несовершенной скважины по М. Маскету и с использованием дополнительных фильтрационных сопротивлений. Приведенный радиус совершенной скважины.
49. Элементы Фильтрации. Определения фильтрации. Скорость фильтрации.

50. Грунты: идеальный и фиктивный. Пористость и просветность.
51. Закон фильтрации Дарси. Проницаемость пористой среды. Опыт и закон Дарси. Коэффициент фильтрации.
52. Проницаемость пористой среды. Коэффициент проницаемости и его размерность.
53. Границы применения закона Дарси. Законы фильтрации, отличные от закона Дарси. Режимы нефтегазовых пластов.
54. Дифференциальные уравнения фильтрации флюидов в пластах. Вывод дифференциальных уравнений неразрывности и движения
55. Зависимость параметров флюидов в пористой среде от давления (уравнения состояния).
56. Установившееся движение несжимаемой жидкости в пористой среде. Вывод дифференциального уравнения установившейся фильтрации несжимаемой жидкости по закону Дарси. 9. Одномерные фильтрационные потоки в однородных пластах. Формула дебита Дюпюи. Индикаторная линия.
57. Коэффициент продуктивности скважины. Коэффициент гидропроводности. Воронка депрессии.
58. Средневзвешенное давление пласта. Приток жидкости к скважине при нарушении закона Дарси.
59. Фильтрационные потоки в неоднородных пластах.
60. Установившиеся безнапорные фильтрационные потоки жидкости.
61. Движение жидкости к дренажной галерее и к скважине. Формулы скорости фильтрации, дебита, распределения давления. Индикаторная линия.
62. Установившаяся плоская фильтрация жидкости. Источники и стоки. Приток к группе скважин.
63. Интерференция скважин. Потенциал точечного источника и стока на плоскости. Принцип суперпозиции.

8 Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1 Перечень учебной литературы

- 1 Моргунов, К. П. Гидравлика : учебник / К. П. Моргунов. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 288 с. Ссылка: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=51930
- 2 Исаев, А. П. Гидравлика : учебник / А.П. Исаев. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018. - 420 с.
Ссылка: <http://znanium.com/catalog/document/?pid=937453&id=302912>
- 3 Квеско, Б. Б. Подземная гидромеханика : учебное пособие / Б. Б. Квеско, Е. Г. Карпова. - Томск : ТПУ, 2012. - 168 с.
Ссылка: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=10309
- 4 Рыдалевская, М. А. Гидромеханика идеальной жидкости. Постановка задач и основные свойства : учебное пособие / М.А. Рыдалевская. - СПб : Издательство Санкт-Петербургского государственного университета, 2016. - 80 с.
- 5 Ссылка: <http://znanium.com/catalog/document/?pid=941682&id=302330>

8.2 Информационно-образовательные (правовые) ресурсы в сети «Интернет»

№	Ссылка на информационный ресурс	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность
Электронно-библиотечные системы			

3	http://znanium.com	ЭБС «ZNANIUM.COM»	авторизированный доступ
4	https://urait.ru/	ЭБС «Urait»	авторизированный доступ
профессиональные базы данных			
7	http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека elibrary.ru	авторизированный доступ
8	https://webofscience.com	Международная наукометрическая база данных (МНБД) Web of Science	авторизированный доступ
9	https://www.scopus.com	База данных международных индексов научного цитирования Scopus	авторизированный доступ

8.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе отечественного производства

Office Professional plus 2016 Russian OLP NL AcademicEdition

8.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория лекционного типа: компьютер/ноутбук, проектор, экран, учебная мебель, учебная доска.

Учебная аудитория для проведения практических занятий: компьютер/ноутбук, проектор, экран, учебная мебель, учебная доска, универсальный комплекс для проведения практических работ «Капелька».

Учебная аудитория для самостоятельной работы: учебная мебель, компьютеры с выходом в интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде.

10 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу:

1. Дополнения и изменения в рабочей программе

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) _____;
- 2) _____;
- 3) _____.

2. Разработчик:

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И. О. Фамилия)

3. *Согласовано руководителем образовательной программы по направлению подготовки (специальности) (код и направление подготовки (специальности))*

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И. О. Фамилия)

4. Изменения, внесенные в рабочую программу, одобрены на заседании учебно-методического совета _____ протокол № ____ от ____.

(институт)

(дата)