

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**СУРГУТСКИЙ ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА**  
(ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(Филиал ТИУ в г. Сургуте)

**УТВЕРЖДАЮ:**  
  
Председатель КСН  
Ю.В. Ваганов  
« 10 » 06 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Наименование дисциплины:

направление подготовки:

направленность:

форма обучения:

**Физика пласта**

**21.03.01 Нефтегазовое дело**

**Эксплуатация и обслуживание объектов  
добычи нефти**

**очная/очно-заочная/заочная**

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 09.02.2018 г. и требованиями ОПОП ВО по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело, направленность Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти к результатам освоения дисциплины «Физика пласта».

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры Нефтегазовое дело

Протокол № 15 от «06» 06 2019 г.

И.о. заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Р.Д. Татлыев

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_ Р.Д. Татлыев

«6» 06 2019 г.

Рабочую программу разработал:  
Муравьев К.А., доцент кафедры НД, к.т.н.,



## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

### **Цель дисциплины**

Цель дисциплины: ознакомить с реализуемыми в практике и перспективными технологиями повышения нефтеотдачи пластов как на базе общепринятых систем заводнения нефтяных залежей и месторождений, так и в вариантах вторичных методов. Образовательные ресурсы дисциплины призваны сформировать компетенцию ПКС-10.

Студентам излагаются основные закономерности в распределении нефти, газа и подземных вод в недрах (литолого-стратиграфические и структурно-тектонические критерии), даются характеристики физических параметров коллекторов нефти и газа в соответствии с принятыми отраслевыми стандартами, свойств пластовых жидкостей и газов, изменения их в поверхностных условиях применительно к системам сбора и подготовки нефти, газа и воды на нефтяных промыслах. Рассматриваются фазовые состояния и превращения углеводородных систем при различных давлениях и температурах в различных типах залежей (нефтяных, нефтегазовых и газоконденсатных), дается характеристика известным расчетным методикам этих процессов.

Изучаются молекулярно-поверхностные явления в коллекторах нефти и газа, закономерности в проявлении поверхностных сил при процессах вытеснения и промывки в продуктивных пластах. Даются представления об основных источниках пластовой энергии (режимах разработки пластов) в процессах нефтегазоизвлечения из недр. На базе перечисленных свойств и процессов освещаются методы определения нефтеотдачи пластов, характеризуются все коэффициенты, оценивающие эффективность нефтеизвлечения при проявлении различных режимов работы продуктивных пластов.

Конечная цель курса – ознакомить с реализуемыми в практике и перспективными технологиями повышения нефтеотдачи пластов как на базе общепринятых систем заводнения нефтяных залежей и месторождений, так и в вариантах вторичных методов.

### **Задачи дисциплины**

К изучению курса «Физика пласта» студенты приступают после прослушивания общегеологических дисциплин. Задачи данной дисциплины:

- ознакомить с типами коллекторов нефти, газа и воды;
- дать представление о типах залежей нефти и газа;
- рассмотреть основные свойства коллекторов и методики их определения;
- изучить свойства пластовых флюидов в соответствии с отраслевыми стандартами по подсчету запасов нефти и газа и проектированию разработки нефтегазовых месторождений;
- освоить правила по использованию стандартной аппаратуры для изучения свойств пород и пластовых флюидов;
- познакомить студентов с закономерностями распределения углеводородов в поровых, порово-трещиноватых, порово-каверзно-трещиноватых коллекторах, с механизмами взаимодействия их с твердой фазой и между собой в статическом и динамическом состоянии;
- объяснить влияние состояния фаз (компонентов) в пластах на начальные и текущие состояния флюидов и условия фильтрации в пластах;
- ознакомить с механизмом проявления различных источников пластовой энергии, способами управления этими процессами и разработанными на базе их методами.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина относится к дисциплинам формируемой участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание:

- физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

умение:

- использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

владение:

- физико-математическим аппаратом для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины Физика пласта является логическим продолжением содержания дисциплин Основы нефтегазопромыслового дела, Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика.

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)
<b>ПКС-10</b> Способность проводить прикладные научные исследования по проблемам нефтегазовой отрасли в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПКС-10.3 Использует физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Знать (З1): физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности
		Уметь (У1): использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности
		Владеть (В1): физико-математическим аппаратом для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия / контактная работа, час.				Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции и	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль		
очная	3/5	34	17	-	30	27	экзамен
очно-заочная	3/5	18	18	-	27	45	экзамен
заочная	3/5	8	6	-	9	85	экзамен

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины

**-очно-заочная форма обучения (ОЗФО)**

**-очная форма обучения (ОФО)**

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Основные задачи дисциплины, проблемы и перспективы	7/4/1	4/4/1		4/7/16	15/15/18	ПКС-10.3	Тест, выполнение практических работ
2	2	Свойства пород	7/4/1	4/4/1		5/8/16	16/16/18	ПКС-10.3	Тест, выполнение практических работ
3	3	Свойства природных газов	7/4/2	3/4/1		6/10/17	16/18/20	ПКС-10.3	Тест, выполнение практических работ
4	4	Пластовые воды	7/3/2	3/3/1		6/10/18	16/16/21	ПКС-10.3	Тест, выполнение практических работ
5	5	Нефтеотдача пластов	6/3/2	3/3/2		6/10/18	15/16/22	ПКС-10.3	Тест, выполнение практических работ
6	Экзамен					30/27/9	30/27/9	ПКС-10.3	Тесты
Итого:			34/18/8	17/18/6		57/72/94	108/108/108		

### 5.2. Содержание дисциплины.

#### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

##### **Раздел 1. Основные задачи дисциплины, проблемы и перспективы.**

Введение. Основные задачи дисциплины, проблемы и перспективы. Формирование интеллектуально-познавательных умений по стимулированию познавательной активности и расширению кругозора. Основные типы пород-коллекторов нефти и газа. Основные показатели, характеризующие фильтрационные и коллекторские (емкостные) свойства горных пород. Гранулометрический (механический) состав горных пород. Взаимосвязь с другими свойствами пород. Методы определения механического состава пород. Пористость горных пород. Общая, открытая (активная) и закрытая пористости. Коэффициент пористости. Коэффициент пористости фиктивного грунта. Просветность. Методы измерения пористости. Трещиноватость горных пород.

### **Раздел 2. Свойства пород.**

Проницаемость горных пород. Абсолютная, фазовая, относительная проницаемости. Нефте-, газо- и водонасыщенность. Использование закона Дарси для определения коэффициента абсолютной проницаемости. Единицы измерения проницаемости. Связь проницаемости с пористостью, размерами поровых каналов. Движение в пласте смеси нефти и воды. Зависимости относительных проницаемостей от насыщенности. Совместная фильтрация в пласте нефти, газа, воды. Треугольные диаграммы относительных проницаемостей. Неоднородность продуктивных пластов по проницаемости. Методы изучения и учета неоднородности. Анизотропия коллекторских свойств породы. Удельная поверхность горных пород. Удельная поверхность фиктивного грунта. Методы определения удельной поверхности горных пород. Механические свойства горных пород (упругость, прочность на сжатие и разрыв, пластичность). Теплофизические свойства пород. Теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, теплопередача. Методы определения тепловых свойств горных пород. Свойства нефтей (плотность, вязкость, сжимаемость, объемный коэффициент, усадка нефти, аномальные свойства). Методы определения, аппаратура, использование свойств нефтей в промышленной практике.

### **Раздел 3. Свойства природных газов.**

Свойства природных газов. Вязкость, плотность, сверхсжимаемость, растворимость в нефти и воде, упругость насыщенных паров. Конденсаты, кристаллогидраты. Фазовые состояния и превращения углеводородных систем при различных давлениях и температурах. Фазовые превращения одно-, двух- и многокомпонентных систем. Поведение систем в критических областях. Фазовые состояния систем в газовых, газоконденсатных и газонефтяных залежах при различных давлениях и температурах. Расчеты фазовых равновесий углеводородных систем.

### **Раздел 4. Пластовые воды.**

Пластовые воды. Типы вод в разрезе месторождений. Состояние остаточной воды в залежах нефти, переходные зоны. Солевой состав пластовых вод. Молекулярно-поверхностные свойства системы нефть-газ-вода-порода. Поверхностные явления и капиллярные эффекты в пластах. Поверхностное натяжение, смачиваемость и краевой угол смачивания, кинетический гистерезис смачивания. Влияние смачиваемости на вытеснение нефти водой из пористых и трещиновато-пористых пластов. Ретроградные явления. Физические основы вытеснения нефти водой из продуктивных пластов. Силы, действующие в залежах нефти и газа. Источники пластовой энергии.

### **Раздел 5. Нефтеотдача пластов.**

Нефтеотдача пластов. Основные величины, определяющие коэффициент нефтеотдачи (КНО). Виды КНО, методы определения КНО, зависимость КНО от режима работы пласта и других факторов. Конденсатоотдача и компонентоотдача пластов. Моделирование процессов, происходящих в нефтяных и газовых залежах; критерии подобия. Зональность распространения многолетне-мерзлых пород в Западной Сибири. Особенности протаивания и промерзания ММП.

#### 5.2.2. Содержание дисциплины/модуля по видам учебных занятий.

#### **Лекционные занятия**

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема лекции
		6	

		ОФО/ ОЗФО/ ЗФО	
1	1	7/4/1	Введение. Основные задачи дисциплины, проблемы и перспективы. Формирование интеллектуально-познавательных умений по стимулированию познавательной активности и расширению кругозора. Основные типы пород-коллекторов нефти и газа. Основные показатели, характеризующие фильтрационные и коллекторские (емкостные) свойства горных пород. Гранулометрический (механический) состав горных пород. Взаимосвязь с другими свойствами пород. Методы определения механического состава пород. Пористость горных пород. Общая, открытая (активная) и закрытая пористости. Коэффициент пористости. Коэффициент пористости фиктивного грунта. Просветность. Методы измерения пористости. Трещиноватость горных пород.
2	2	7/4/1	Проницаемость горных пород. Абсолютная, фазовая, относительная проницаемости. Нефте-, газо- и водонасыщенность. Использование закона Дарси для определения коэффициента абсолютной проницаемости. Единицы измерения проницаемости. Связь проницаемости с пористостью, размерами поровых каналов. Движение в пласте смеси нефти и воды. Зависимости относительных проницаемостей от насыщенности. Совместная фильтрация в пласте нефти, газа, воды. Треугольные диаграммы относительных проницаемостей. Неоднородность продуктивных пластов по проницаемости. Методы изучения и учета неоднородности. Анизотропия коллекторских свойств породы. Удельная поверхность горных пород. Удельная поверхность фиктивного грунта. Методы определения удельной поверхности горных пород. Механические свойства горных пород (упругость, прочность на сжатие и разрыв, пластичность). Теплофизические свойства пород. Теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, теплопередача. Методы определения тепловых свойств горных пород. Свойства нефтей (плотность, вязкость, сжимаемость, объемный коэффициент, усадка нефти, аномальные свойства). Методы определения, аппаратура, использование свойств нефтей в промысловой практике.
3	3	7/4/2	Свойства природных газов. Вязкость, плотность, сверхсжимаемость, растворимость в нефти и воде, упругость насыщенных паров. Конденсаты, кристаллогидраты. Фазовые состояния и превращения углеводородных систем при различных давлениях и температурах. Фазовые превращения одно-, двух- и многокомпонентных систем. Поведение систем в критических областях. Фазовые состояния систем в газовых, газоконденсатных и газонефтяных залежах при различных давлениях и температурах. Расчеты фазовых равновесий углеводородных систем.
4	4	7/3/2	Пластовые воды. Типы вод в разрезе месторождений. Состояние остаточной воды в залежах нефти, переходные зоны. Солевой состав пластовых вод. Молекулярно-поверхностные свойства системы нефть-газ-вода-порода. Поверхностные явления и капиллярные эффекты в пластах. Поверхностное натяжение,

			смачиваемость и краевой угол смачивания, кинетический гистерезис смачивания. Влияние смачиваемости на вытеснение нефти водой из пористых и трещиновато-пористых пластов. Ретроградные явления. Физические основы вытеснения нефти водой из продуктивных пластов. Силы, действующие в залежах нефти и газа. Источники пластовой энергии.
5	5	6/3/2	Нефтеотдача пластов. Основные величины, определяющие коэффициент нефтеотдачи (КНО). Виды КНО, методы определения КНО, зависимость КНО от режима работы пласта и других факторов. Конденсатоотдача и компонентоотдача пластов. Моделирование процессов, происходящих в нефтяных и газовых залежах; критерии подобия. Зональность распространения многолетне-мерзлых пород в Западной Сибири. Особенности протаивания и промерзания ММП.
Итого:		34/18/8	

### Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема практических работы
		ОФО/ ОЗФО/ ЗФО	
1	1-2	6/6/2	Пластовое давление Пористость
2	3-4	6/6/2	Проницаемость горных пород
3	5	5/6/2	Молекулярно-поверхностные явления
Итого:		17/18/6	

### Лабораторные работы

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема	Вид СРС
		ОФО/ ОЗФО/ ЗФО		
1	1	4/7/16	Введение. Основные задачи дисциплины, проблемы и перспективы. Формирование интеллектуально-познавательных умений по стимулированию познавательной активности и расширению кругозора. Основные типы пород-коллекторов нефти и газа. Основные показатели, характеризующие фильтрационные и коллекторские (емкостные) свойства горных пород. Гранулометрический (механический) состав горных пород. Взаимосвязь с другими свойствами пород. Методы определения механического состава пород. Пористость горных пород. Общая, открытая	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям

			(активная) и закрытая пористости. Коэффициент пористости. Коэффициент пористости фиктивного грунта. Просветность. Методы измерения пористости. Трещиноватость горных пород.	
2	2	5/8/16	<p>Проницаемость горных пород. Абсолютная, фазовая, относительная проницаемости. Нефте-, газо- и водонасыщенность. Использование закона Дарси для определения коэффициента абсолютной проницаемости. Единицы измерения проницаемости. Связь проницаемости с пористостью, размерами поровых каналов. Движение в пласте смеси нефти и воды. Зависимости относительных проницаемостей от насыщенности. Совместная фильтрация в пласте нефти, газа, воды. Треугольные диаграммы относительных проницаемостей. Неоднородность продуктивных пластов по проницаемости. Методы изучения и учета неоднородности. Анизотропия коллекторских свойств породы. Удельная поверхность горных пород. Удельная поверхность фиктивного грунта. Методы определения удельной поверхности горных пород. Механические свойства горных пород (упругость, прочность на сжатие и разрыв, пластичность). Теплофизические свойства пород. Теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, теплопередача. Методы определения тепловых свойств горных пород. Свойства нефтей (плотность, вязкость, сжимаемость, объемный коэффициент, усадка нефти, аномальные свойства). Методы определения, аппаратура, использование свойств нефтей в промысловой практике.</p>	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, подготовка к тестированию
3	3	6/10/17	<p>Свойства природных газов. Вязкость, плотность, сверхсжимаемость, растворимость в нефти и воде, упругость насыщенных паров. Конденсаты, кристаллогидраты. Фазовые состояния и превращения углеводородных систем при различных давлениях и температурах. Фазовые превращения одно-, двух- и многокомпонентных систем. Поведение систем в критических областях. Фазовые состояния систем в газовых, газоконденсатных и газонефтяных залежах при различных давлениях и температурах. Расчеты фазовых равновесий</p>	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям

			углеводородных систем.	
4	4	6/10/18	Пластовые воды. Типы вод в разрезе месторождений. Состояние остаточной воды в залежах нефти, переходные зоны. Солевой состав пластовых вод. Молекулярно-поверхностные свойства системы нефть-газ-вода-порода. Поверхностные явления и капиллярные эффекты в пластах. Поверхностное натяжение, смачиваемость и краевой угол смачивания, кинетический гистерезис смачивания. Влияние смачиваемости на вытеснение нефти водой из пористых и трещиновато-пористых пластов. Ретроградные явления. Физические основы вытеснения нефти водой из продуктивных пластов. Силы, действующие в залежах нефти и газа. Источники пластовой энергии.	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, оформление отчетов по ним, подготовка к тестированию
5	5	6/10/18	Нефтеотдача пластов. Основные величины, определяющие коэффициент нефтеотдачи (КНО). Виды КНО, методы определения КНО, зависимость КНО от режима работы пласта и других факторов. Конденсатоотдача и компонентоотдача пластов. Моделирование процессов, происходящих в нефтяных и газовых залежах; критерии подобия. Зональность распространения многолетне-мерзлых пород в Западной Сибири. Особенности протаивания и промерзания ММП.	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям
6	1-5	30/27/9	Подготовка к экзамену	Сдача экзамена
Итого:		57/72/94		

5.2.3. Преподавание дисциплины/модуля ведется с применением следующих традиционных и интерактивных видов образовательных технологий:

- лекции: лекция – визуализация с использованием мультимедийного материала; лекция проблемного характера; лекция – беседа;
- практические работы: работа в парах; индивидуальная работа; работа в группах; разбор практических ситуаций.

## 6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

## 7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины/модуля

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций

обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
<b>1 текущая аттестация</b>		
1	Тест по 1 и 2 разделам	0-20
2	Выполнение практической работы №1 «Пластовое давление»	0-10
<b>ИТОГО за первую текущую аттестацию</b>		<b>0-30</b>
<b>2 текущая аттестация</b>		
1	Тест по 3 и 4 разделам	0-20
2	Выполнение практической работы №2 «Пористость»	0-10
<b>ИТОГО за вторую текущую аттестацию</b>		<b>0-30</b>
<b>3 текущая аттестация</b>		
1	Тест по 5 разделу	0-20
2	Выполнение практической работы №3 «Проницаемость горных пород», №4 «Молекулярно-поверхностные явления»	0-20
<b>ИТОГО за третью текущую аттестацию</b>		<b>0-40</b>
<b>ВСЕГО</b>		<b>100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

– Электронная библиотечная система Elib, полнотекстовая база данных ТИУ, <http://elib.tsogu.ru/> (дата обращения 30.08.19)

– Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, <http://elibrary.ru/> (дата обращения 30.08.19)

– Профессиональные справочные системы. Национальный центр распространения информации ЕЭК ООН. – Режим доступа: <http://www.cntd.ru> (дата обращения: 29.08.2019).

– Справочно-правовая система КонсультантПлюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 29.08.2019).

– Система поддержки учебного процесса «Educon»;

– ЭБС «Издательства Лань», Гражданско-правовой договор №885-18 от 07.08.2018 г. на оказание услуг по предоставлению доступа к ЭБС между ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» и ООО «Издательство Лань» (до 31.08.2020 г.);

– ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ», Гражданско-правовой договор № 884-18 от 08.08.2018 г. на оказание услуг по предоставлению доступа к ЭБС между ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (до 31.08.2020 г.);

– ЭБС «Перспект», Гражданско-правовой договор № 882-18 от 09.08.2018 г. на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе между ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» и ООО «ПРОСПЕКТ»;

– Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина;

– Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО УГТУ (г. Ухта).

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства: Windows 8 (Лицензионное соглашение №8686341), Microsoft Office Professional Plus (Договор №1120-18 от 03 августа 2018 г.).

9.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства: MS Office

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины/модуля	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины/модуля (демонстрационное оборудование)
1	прибор для определения карбонатности горных пород «Кадометр» с вытяжным шкафом; электронные весы (для определения пористости методом Преображенского);	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
2	-	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
3	-	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
4	газовополюметрический пикнометр «Поромер»;	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть
5	газовополюметрический пикнометр «Поромер»;	Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран, компьютер, акустическая система. Локальная и корпоративная сеть

## 11. Методические указания по организации СРС

### 11.1. Методические указания по подготовке к практическим работам.

Для эффективной работы обучающийся должен изучить теоретический материал по теме, ознакомиться с целью и последовательностью выполнения практической работы, используемым оборудованием и изучить технику безопасности при выполнении работы

#### 1. Пластовое давление

Давление, под которым находятся жидкости и газы в пласте, называют пластовым.

Начальное пластовое давление (до начала разработки залежи), как правило, зависит от глубины залегания пласта. Его можно приближённо определить по формуле:

$$P_{\text{пл}} = L / 100, \quad (1.1)$$

где  $L$  - глубина точки пласта, м.

Пласты, для которых приближённо соблюдается это равенство, называют пластами с нормальным (гидростатическим) давлением. Они, так или иначе, связаны с поверхностью земли.

Однако существуют пласты с давлением аномальным, обычно превышающим гидростатическое давление (Западный Казахстан, Туркмения, Западная Сибирь). Такие пласты не связаны или очень слабо связаны с дневной поверхностью и чаще всего встречаются в складчатых районах.

При вскрытии продуктивного пласта скважиной в том случае, когда её ствол заполнен жидкостью до устья, начальное пластовое давление на забое можно более точно определить по формуле:

$$P_{\text{пл}} = L \rho_{\text{ж}} g P_y \quad (1.2)$$

Здесь  $\rho_{\text{ж}}$  - плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$P_y$  - давление на устье скважины, Па.

Если уровень жидкости поднялся на некоторую высоту  $H$  в скважине ( $p_y = 0$ ), то пластовое давление

$$P_{\text{пл}} = H \rho_{\text{ж}} g.$$

Установленные по формулам (1.1) и (1.2) пластовые давления одинаковы для всех точек пласта, расположенных на одной горизонтальной плоскости.

В двух точках пласта, не лежащих на этой плоскости, пластовое давление будет отличаться от найденного значения.

#### Расчёт приведенного пластового давления.

Для удобства анализа изменения пластового давления в процессе эксплуатации залежи пластовое давление обычно относят к какой-либо одной условной плоскости, например плоскости ВНК.

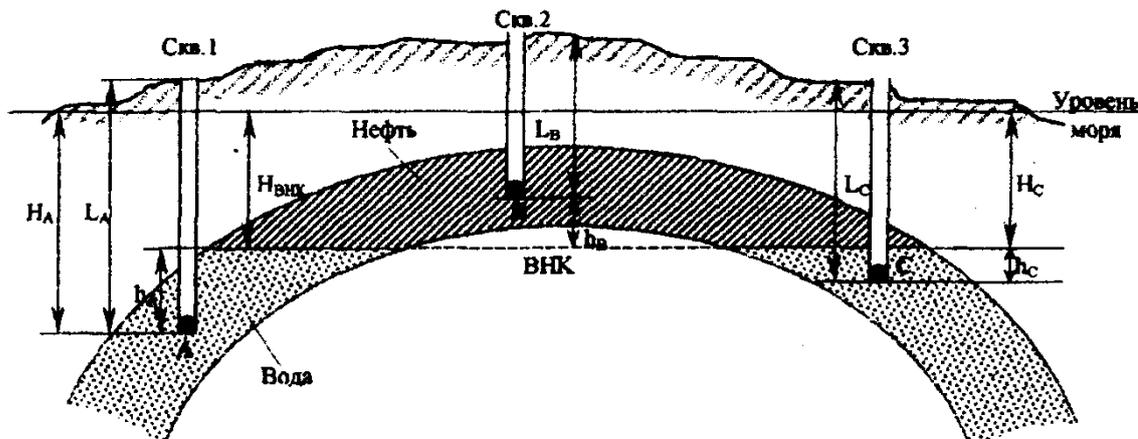


Рисунок 1. – К примеру расчета приведенных давлений.

Давление, отнесённое к этой плоскости, называется приведённым пластовым давлением. Его определяют по формуле:

$$p_{пр} = p_{пл} \pm 0.00981 \cdot \Delta H \cdot \rho_H$$

где  $p$  - измеренное пластовое давление в скважине. Па;

$\Delta H$  - расстояние точки измерения от условной плоскости (приведения) по вертикали, м.

Знак плюс соответствует случаю, когда точка измерения расположена выше плоскости приведения, знак минус, — когда эта точка находится ниже плоскости приведения.

**Задача 1.** Рассчитать пластовое давление в безводной остановленной скважине для следующих условий (табл. 1)

**Решение.** 1) Так как скважина безводная, то после остановки она заполнена только нефтью. Рассчитываем высоту столба нефти по формуле:

$$h_H = L_c - h_{ст}$$

ТАБЛИЦА 1

Наименование параметра	Значение параметра, Варианты заданий									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Глубина скважины $L_c$ , м	1780	1920	1710	1750	1870	1818	1749	1790	1904	1835
Статический уровень $h_{ст}$ , м	34	46	43	47	37	31	31	32	36	36

Плотность дегазированной нефти $\rho_{н.д.}$ , кг/м <sup>3</sup>	869	878	870	891	873	836	924	829	913	908
Плотность пластовой нефти $\rho_{н.п.}$ , кг/м <sup>3</sup>	796	811	805	834	807	841	762	852	870	749

Скважина эксплуатировалась при забойном давлении большем давления насыщения.

2) Вычисляем среднюю плотность нефти:

$$\rho_n = (\rho_{н.п.} + \rho_{н.д.}) / 2$$

3) Пластовое давление будет равно:

$$p_{пл.} = h_n \cdot \rho_n \cdot g$$

## 2. Пористость.

Наличие пор и пустот в породе называется пористостью. Пористость нефтесодержащих пород характеризуется коэффициентом пористости.

Коэффициентом пористости ( $m$ ) называется отношение объёма пор образца ( $V_n$ ) к видимому объёму этого же образца ( $V_o$ ).

$$m = \frac{V_n}{V_o}$$

Коэффициент пористости выражается в долях единицы или в процентах к объёму образца.

Пористость породы весьма важный параметр, необходимый для оценки запасов нефти и выяснения процессов фильтрации в пористой среде.

Различают пористость породы следующих видов.

1) Общая (абсолютная, физическая или полная) пористость, которая определяется разностью между объёмом образца и объёмом составляющих его зёрен, т.е. включающая связанные и не связанные между собой поры. Определение коэффициента общей пористости сопряжено с обязательным дроблением образца породы до составляющих его зёрен.

2) Открытая пористость или пористость насыщения, включающая все сообщающиеся между собой поры, в которые проникает данная жидкость (газ) при заданном давлении (вакууме). Не учитываются те поры, в которые не проникает жидкость при рассматриваемом давлении насыщения. Обычно, в качестве насыщающей жидкости используется керосин (хорошо проникающий в поры и не вызывающий разбухания глинистых частиц) и насыщение происходит под вакуумом при -760 мм рт.ст.

3) Динамическая (эффективная) пористость, включающая только ту часть поровых каналов, которая занята подвижной жидкостью в процессе фильтрации при полном насыщении породы жидкостью. Не учитываются при этом объём субкапиллярных пор (диаметром менее -0,0002 мм)

и пор, где жидкость удерживается молекулярно-поверхностными силами. Динамическая пористость в одном и том же образце не имеет постоянного значения, а изменяется в зависимости от перепада давления, скорости фильтрации и свойств жидкости.

**Задача.2** Определить коэффициент открытой пористости образца породы по данным приведенным в табл.2 (данные измерений открытой пористости получены весовым методом).

**Решение.** 1) Определяем объем открытых взаимосвязанных пор:

$$V_{\Pi} = \frac{P_K - P_C}{\rho_K}$$

2) Определяем объем образца исследуемой породы:

$$V_O = \frac{P_K - P_{K.K}}{\rho_K}$$

3) Определяем коэффициент открытой пористости:

$$m = \frac{V_{\Pi}}{V_O}$$

ТАБЛИЦА 2

Наименование параметра	Значение параметре, Варианты заданий									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Вес сухого образца на воздухе $P_c$ г	27,4	19,3	25,3	23,3	20	18,5	18,7	20,1	18,0	21,6
Вес на воздухе образца, насыщенного керосином $P_K$ г	29,2	20,7	27,7	25,3	22,4	22,1	24,2	24,4	22,9	23,7
Вес в керосине образца, насыщенного керосином $P_{K.K}$ г	14,7	11,4	12,3	11,9	16,7	15,8	17,6	16,9	15,9	17,4
Плотность керосина $\rho_K$ кг/м <sup>3</sup>	716	716	716	716	716	684	686	665	705	734

### 3. Проницаемость горных пород.

Проницаемостью называется свойство горных пород пропускать через себя жидкости и газы при наличии перепада давления.

Проницаемость определяется размерами пор. Почти все осадочные породы: пески, песчаники, известняки, доломиты обладают проницаемостью. Чем выше проницаемость пластов,

тем больше производительность пробуренных на них скважин, тем быстрее передается давление по пласту, тем более вероятной является продолжительность работы пласта при упруговодонапорном или водонапорном режимах, тем эффективнее могут быть проведены работы по поддержанию пластового давления и осуществлению вторичных методов разработки и тем выше нефтеотдача пласта.

Количественно проницаемость оценивается из закона линейной фильтрации Дарси

$$v = Q/F = (k/\mu)(\Delta P/L), \quad (3.1)$$

где  $v$  - скорость линейной фильтрации, м/с;

$Q$  - объемный расход жидкости в единицу времени, м<sup>3</sup>/с;

$F$  - площадь фильтрации, м<sup>2</sup>;

$\mu$  - динамическая вязкость жидкости, Па·с;

$\Delta P$  - перепад давления, Па;

$k$  - коэффициент проницаемости, м<sup>2</sup>.

Тогда из формулы (3.1) коэффициент проницаемости для жидкостей запишется в виде:

$$K = (Q\mu L)/(\Delta P F) \quad (3.2)$$

При измерении проницаемости по газу

$$K = (2Q_0 p_0 \mu L)/((p_1^2 - p_2^2)F) \quad (3.3)$$

где  $p_1$  и  $p_2$  - соответственно давление газа на входе в образец и на выходе из него, Па;

$Q_0$  - расход газа при атмосферном давлении  $p_0$ , м<sup>3</sup>/с.

В системе СИ за единицу измерения коэффициента проницаемости принят [м<sup>2</sup>]. На практике обычно используют - [мкм<sup>2</sup>], Дарси [Д], миллидарси [мД], которые связаны между собой следующим соотношением:

$$1 \text{ м}^2 = 10^{12} \text{ мкм}^2 = 10^{12} \text{ Д} = 10^{15} \text{ мД}.$$

Различают коэффициенты абсолютной, фазовой и относительной проницаемостей.

Абсолютная проницаемость - проницаемость, характеризующая только физические свойства породы и определяемая при наличии в пористой среде одной какой-либо жидкости или газа, химически инертной по отношению к породе.

Фазовая проницаемость - проницаемость породы для одной из фаз, движущихся в порах двухфазной или многофазной системы.

Относительная проницаемость - отношение эффективной фазовой проницаемости к абсолютной.

Проницаемость пород нефтяных и газовых месторождений меняется от 0,001...3-5 мкм. Наибольшее распространение имеют породы с проницаемостью от 0,2...1 мкм<sup>2</sup>. Породы, имеющие проницаемость менее 0,03...0,5 мкм<sup>2</sup> слабопроницаемы и практически не вовлекаются в процесс фильтрации при существующих пластовых градиентах давлений.

**Определение коэффициента абсолютной, фазовой и относительной проницаемости по опытным данным.**

**Задача 3.** Определить коэффициент абсолютной проницаемости породы путем пропускания воздуха сквозь образец, если известно (Табл. 3).

**Решение.** Коэффициент газопроницаемости породы определяется по формуле:

$$K = (2\mu l p_0 V_B) / (F(p_{вх}^2 - p_{вых}^2)t)$$

$$p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

ТАБЛИЦА 3

Наименование параметра	Значение параметра									
	Варианты заданий									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1. Диаметр образца породы $d$ , см	3,1	3,0	2,9	2,6	3,2	3,3	3,6	3,8	4,1	4,2
2. Длина образца породы $l$ , см	4,1	3,2	3,6	2,8	2,7	3,0	3,2	3,3	3,5	3,8
3. Объём профильтрованного сквозь образец воздуха $V_e$ , см <sup>3</sup>	4100	3200	3800	3600	3500	3657	3937	4218	4468	4805
4. Время фильтрации воздуха $t$ , с	160	180	175	220	125	137	143	152	155	167
5. Динамическая вязкость воздуха $\mu$ , мПа*с	0,016	0,018	0,019	0,018	0,017	0,018	0,018	0,02	0,02	0,022
6. Давление на входе в образец $p_{вх}$ , *10 <sup>5</sup> Па	1,7	1,3	1,5	2,2	2,1	2,2	2,3	2,5	2,5	2,8
7. Давление на выходе из образца $p_{вых}$ *10 <sup>5</sup> Па	1,2	1	1	1,6	1,7	1,9	1,9	2,1	2,3	2,5

**4. Молекулярно-поверхностные явления.**

Нефтяные пласты представляют собой огромное скопление капиллярных каналов и трещин с громадной площадью поверхности. Вследствие этого поверхностные явления играют

решающую роль в процессах взаимного вытеснения нефти, воды и газа. В частности, нефтеотдача пластов, фазовые проницаемости во многом обусловлены поверхностными явлениями. С этими же явлениями сталкиваются при разрушении водонефтяных эмульсий, обезвоживании нефти, при борьбе с отложениями асфальто-смолистых и парафиновых веществ в призабойной зоне пласта, на нефтепромысловом оборудовании.

Поверхностные явления в нефтяном пласте существуют на границах раздела: нефть-вода, нефть-газ, нефть-порода, вода-газ, вода-порода, газ-порода. Степень проявления молекулярно-поверхностного взаимодействия на границах раздела фаз определяется коэффициентом поверхностного натяжения, краевым углом избирательного смачивания, работой адгезии, теплотой смачивания.

Молекулы поверхностного слоя на границе двух несмешивающихся фаз вследствие некомпенсированности межмолекулярных сил имеют избыточную свободную энергию. Эта энергия отнесенная к единице поверхности называется удельной свободной поверхностной энергией или поверхностным натяжением (коэффициентом поверхностного натяжения)

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

где  $F$ - свободная поверхностная энергия, Дж;

$S$  - поверхность раздела фаз, м<sup>2</sup>;

$\sigma$ - коэффициент поверхностного натяжения, Дж/м<sup>2</sup> или Н/м.

Коэффициент поверхностного натяжения определяется экспериментально и только на границе раздела жидкость-жидкость, жидкость-газ. Существуют различные методы определения  $\sigma$ . Наиболее распространенным методом является метод с использованием сталагмометра, принципиальная схема которого приведена на рис. 2.

Основной частью прибора служит микрометр 1, обеспечивающий фиксированное перемещение поршня 3 в цилиндрическом стеклянном корпусе 4. Шток поршня 3 соединен с пружиной 2, благодаря чему исключается его самопроизвольное перемещение. Микрометр с цилиндром укреплены с помощью скобы 14 и втулки 13, которая может свободно передвигаться по стойке штатива 11 и фиксироваться на любой ее высоте винтом 12. На наконечник цилиндра надет переводник 10 в который плотно входит капилляр 9. При вращении микровинта 1, шток поршня 3 движется вниз, перемещаясь в корпусе цилиндра, заполненного исследуемой жидкостью и выдавливает ее из кончика капилляра 9 в виде капли 6 в другую жидкость 8. При достижении критического объема, капля отрывается, всплывает и образует слой 5.

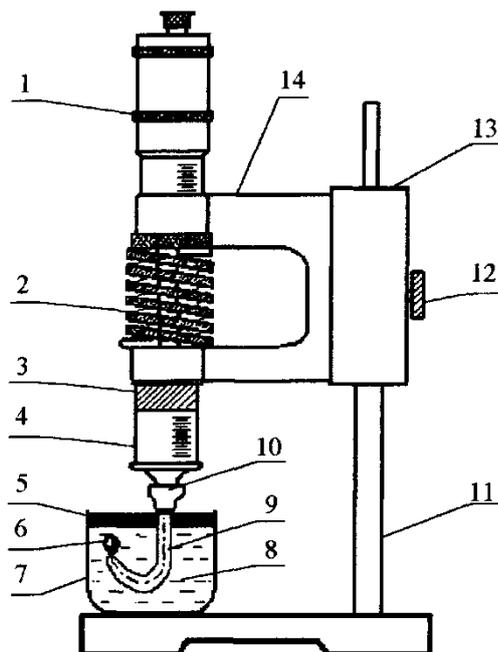


Рисунок 2 - Сталагмометр

Поверхностное натяжение на границе нефть - дистиллированная вода считывается по формуле:

$$\sigma = kV_H (\rho_B - \rho_H)$$

где  $\sigma$  - коэффициент поверхностного натяжения, мН/м;

$V$  — объем всплывшей капли (нефти) в делениях микрометра;

$k$  - постоянная капилляра; оценивается по жидкостям с известным значением  $\sigma$ ;

$\rho_B$  и  $\rho_H$  - соответственно плотности воды и нефти, кг/м<sup>3</sup>.

Избытком свободной поверхностной энергии обладает и поверхность раздела твердое тело-жидкость. О величине этой энергии судят по характеру смачивания твердого тела жидкостью.

**Смачивание** - это поверхностное явление, заключающееся во взаимодействии жидкости с твердым телом при наличии одновременного контакта трех несмешивающихся фаз. Мерой смачивания является краевой угол смачивания  $\theta$ , который также оценивается экспериментально.

Поверхность твердого тела, хорошо смачиваемая водой, называется гидрофильной, плохо смачивается водой - гидрофобной. Точка, соответствующая краевому углу смачивания  $90^\circ$ , называется точкой инверсии.

**Смачивание** - самопроизвольный процесс, идущий с уменьшением поверхностной энергии. Поэтому при смачивании выделяется теплота. Чем лучше твердое тело смачивается жидкостью, тем выше теплота смачивания.

Работа адгезии характеризует работу по отрыву от твердой поверхности. Оценивается по уравнению Дюпре- Юнга

$$W_a = \sigma (1 + \cos x)$$

**Задача 4.** Определить величину межфазного натяжения на границе дегазированная нефть-пластовая вода, если известны результаты, полученные на сталагмометре (рис.2) и исходные данные (табл.4).

Принимаем плотность октана ( $\rho_o$ ) и дистиллированной воды ( $\rho_v$ ) равными соответственно 713 и 1000 кг/м<sup>3</sup>.

**Решение.** 1) Определяем постоянную капилляра

$$k = \frac{\sigma_0}{V_o(\rho_v - \rho_o)}$$

2) Рассчитываем коэффициент поверхностного натяжения на границе нефть-пластовая вода

$$\sigma = kV_H(\rho'_v - \rho_H)$$

**ТАБЛИЦА 4.**

Наименование параметра	Значение параметра									
	Варианты заданий									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Объем всплывшей капли $V$ , дел. шкалы:										
а) октана $V_o$	68	67	67	73	65	74	63	69	61	66
б) нефти $V_H$	78	81	74	75	76	85	72	78	69	73
Поверхностное натяжение октана на границе с дистиллированной водой $\sigma_o$ , мН/м	51	51	51	54	51	55	51	52	51	53
Плотность, кг/м <sup>3</sup> :										
а) пластовой воды $\rho'_v$	1073	1108	1024	1065	1076	1164	1084	1135	1033	1013
б) дегазированной нефти $\rho_H$	990	909	888	962	894	946	837	914	956	864

### 11.3. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении заданий (тем) у преподавателя для индивидуального освоения. Преподаватель на занятии дает рекомендации необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы обучающиеся должны выполнить типовые расчеты, подготовиться к выполнению экспериментов (исследований) и изучить теоретический материал по разделам. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого

термина, используемого в работе и т.п.).

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса – ознакомить с реализуемыми в практике и перспективными технологиями повышения нефтеотдачи пластов как на базе общепринятых систем заводнения нефтяных залежей и месторождений, так и в вариантах вторичных методов.

Задачи дисциплины

К изучению курса «Физика пласта» студенты приступают после прослушивания общегеологических дисциплин. Задачи данной дисциплины:

ознакомить с типами коллекторов нефти, газа и воды;

дать представление о типах залежей нефти и газа;

рассмотреть основные свойства коллекторов и методики их определения;

изучить свойства пластовых флюидов в соответствии с отраслевыми стандартами по подсчету запасов нефти и газа и проектированию разработки нефтегазовых месторождений;

освоить правила по использованию стандартной аппаратуры для изучения свойств пород и пластовых флюидов;

познакомить студентов с закономерностями распределения углеводородов в поровых, порово-трещиноватых, порово-каверзно-трещиноватых коллекторах, с механизмами взаимодействия их с твердой фазой и между собой в статическом и динамическом состоянии;

объяснить влияние состояния фаз (компонентов) в пластах на начальные и текущие состояния флюидов и условия фильтрации в пластах;

ознакомить с механизмом проявления различных источников пластовой энергии, способами управления этими процессами и разработанными на базе их методами

В результате изучения дисциплины «Физика пласта» у студентов должны быть сформированы следующие компетенции:

Дисциплина «Физика пласта» имеет практическое значение в понимании принципов работы механических устройств, при проектировании, изготовлении и эксплуатации машин. Позволяет подготовить мобильного специалиста, способного к освоению современной сложной и быстроменяющейся техники, формирует и развивает у студентов навыки логического мышления. Изучение дисциплины позволит овладеть необходимыми знаниями и умениями, и применять их для освоения последующих специальных дисциплин.

## 2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Для изучения дисциплины необходимо иметь знания по высшей математике, физике, геологии, геофизике, теоретической механике, сопротивлению материалов, гидравлике, физике

пласта.

«Физика пласта» является для студентов основной для дальнейшего усвоения материала по дисциплинам, связанным с разработкой нефтяных и газовых месторождений.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины в дидактических единицах
1	Основные задачи дисциплины, проблемы и перспективы	Введение. Основные задачи дисциплины, проблемы и перспективы. Формирование интеллектуально-познавательных умений по стимулированию познавательной активности и расширению кругозора. Основные типы пород-коллекторов нефти и газа. Основные показатели, характеризующие фильтрационные и коллекторские (емкостные) свойства горных пород. Гранулометрический (механический) состав горных пород. Взаимосвязь с другими свойствами пород. Методы определения механического состава пород. Пористость горных пород. Общая, открытая (активная) и закрытая пористости. Коэффициент пористости. Коэффициент пористости фиктивного грунта. Просветность. Методы измерения пористости. Трещиноватость горных пород.
2	Свойства пород	Проницаемость горных пород. Абсолютная, фазовая, относительная проницаемости. Нефте-, газо- и водонасыщенность. Использование закона Дарси для определения коэффициента абсолютной проницаемости. Единицы измерения проницаемости. Связь проницаемости с пористостью, размерами поровых каналов. Движение в пласте смеси нефти и воды. Зависимости относительных проницаемостей от насыщенности. Совместная фильтрация в пласте нефти, газа, воды. Треугольные диаграммы относительных проницаемостей. Неоднородность продуктивных пластов по проницаемости. Методы изучения и учета неоднородности. Анизотропия коллекторских свойств породы. Удельная поверхность горных пород. Удельная поверхность фиктивного грунта. Методы определения удельной поверхности горных

		<p>пород. Механические свойства горных пород (упругость, прочность на сжатие и разрыв, пластичность). Теплофизические свойства пород. Теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, теплопередача. Методы определения тепловых свойств горных пород. Свойства нефтей (плотность, вязкость, сжимаемость, объемный коэффициент, усадка нефти, аномальные свойства). Методы определения, аппаратура, использование свойств нефтей в промысловой практике.</p>
3	Свойства природных газов	<p>Свойства природных газов. Вязкость, плотность, сверхсжимаемость, растворимость в нефти и воде, упругость насыщенных паров. Конденсаты, кристаллогидраты. Фазовые состояния и превращения углеводородных систем при различных давлениях и температурах. Фазовые превращения одно-, двух- и многокомпонентных систем. Поведение систем в критических областях. Фазовые состояния систем в газовых, газоконденсатных и газонефтяных залежах при различных давлениях и температурах. Расчеты фазовых равновесий углеводородных систем.</p>
4	Пластовые воды	<p>Пластовые воды. Типы вод в разрезе месторождений. Состояние остаточной воды в залежах нефти, переходные зоны. Солевой состав пластовых вод. Молекулярно-поверхностные свойства системы нефть-газ-вода-порода. Поверхностные явления и капиллярные эффекты в пластах. Поверхностное натяжение, смачиваемость и краевой угол смачивания, кинетический гистерезис смачивания. Влияние смачиваемости на вытеснение нефти водой из пористых и трещиновато-пористых пластов. Ретроградные явления. Физические основы вытеснения нефти водой из продуктивных пластов. Силы, действующие в залежах нефти и газа. Источники пластовой энергии.</p>
5	Нефтеотдача пластов	<p>Нефтеотдача пластов. Основные величины, определяющие коэффициент нефтеотдачи (КНО). Виды КНО, методы определения КНО, зависимость КНО от режима работы пласта и</p>

		<p>других факторов. Конденсатоотдача и компонентоотдача пластов. Моделирование процессов, происходящих в нефтяных и газовых залежах; критерии подобия. Зональность распространения многолетнемерзлых пород в Западной Сибири. Особенности протаивания и промерзания ММП.</p>
--	--	--

### 3. УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучать дисциплину необходимо начать с изучения лекционного материала. Для того, чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Только после усвоения лекционного материала он будет закрепляться на практических занятиях. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул для активной проработки лекции.

Хорошо усвоив лекционный материал и закрепив его, решая задачи, приступать к выполнению контрольных и курсовых работ.

### 4. УКАЗАНИЯ ПО ПЛАНИРОВАНИЮ ВРЕМЕНИ, НА ИЗУЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость обучения любой дисциплины оценивается в академических часах. Один академический час длится 45 минут.

С введением нового федерального образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) доля аудиторных занятий в общем объеме затрат времени на изучение теоретической механики и сопротивления материалов значительно сократилась. Потому необходимо ориентироваться в большей степени на самостоятельную работу над дисциплиной.

Время, отведенное на изучение дисциплины, делится по видам работ. В зависимости от специальности изменяются виды самостоятельной работы, могут не предусматриваться практические или лабораторные занятия. Одно остается неизменным – большую часть знаний и умений студент должен добывать самостоятельной работой над теорией и практикой.

Опыт показывает, что непрерывная умственная работа малопродуктивна. Для умственной работы важен ее ритм, чередование периодов деятельности мозга и его отдыха.

Продолжительность занятий должна быть 40-50 минут с перерывами 10-15 минут. Отдыхом может служить чередование рода занятий, поскольку в это время включаются другие участки мозга. Так, от работы с книгой можно перейти к построению графиков, к чтению и т.п. Наилучшим отдыхом является физическая нагрузка, особенно такая, которая совершается с удовольствием.

## **5. УКАЗАНИЯ ПО РАБОТЕ С ЛИТЕРАТУРОЙ**

Особенность литературы по физике нефтяного и газового пласта в первую очередь заключается в том, что в ней информация подается в очень сжатой форме, часто в виде символов и математических формул, специальных технических и математических терминов, которые почти или вовсе не расшифровываются. Как правило, они должны быть известны студенту из предшествующих предметов (физики, высшей математики, материаловедения и др.). Чтение литературы по физике нефтяного и газового пласта невозможно без обдумывания материала (выполнения промежуточных вычислений, вычерчивания схем, графиков, воспроизведения в памяти законов и формул, приспособления их к данному частному случаю и т.д.). Умение читать литературу по физике нефтяного и газового пласта – это в первую очередь умение добиваться понимания того, о чем говорится в книге. Лишь немногие, особенно эрудированные специалисты (и то далеко не всегда) могут читать текст «с листа», т.е. просматривая его глазами. Обычно же все преобразования, доказательства, которые описаны в книге, нужно не только просматривать, а и самостоятельно их проделывать.

Лишь при серьезной работе над текстом книга будет давать не только информацию для запоминания, но и развивать ум, сообразительность, умение самостоятельно решать задачи и т.д. Творческая работа с книгой – чрезвычайно полезный способ получения информации.

Начиная изучать какую-либо тему по учебнику, обязательно уточните, какой смысл вкладывается в тот или иной термин, в то или иное понятие. Обязательно обратите внимание на буквенные обозначения физических и математических величин, используемых в учебнике. Сравните их с теми обозначениями, к которым вы привыкли.

Читая учебник по физике нефтяного и газового пласта, всегда имейте под рукой курсы высшей математики, материаловедения и соответствующие справочники.

## **6. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

Главной целью практических занятий, является развитие способностей к самостоятельному мышлению, творческой работе, системному анализу процессов механики,

деформации и разрушения элементов простейших конструкций. Теоретические знания, не подкрепленные умением их применения, неглубоки и непрочны. По большинству тем курса каждым студентом должны быть решены самостоятельно несколько задач различного типа.

Практические занятия идут параллельно с лекционным курсом. Теоретический материал для предстоящего занятия должен быть проработан, освоен студентами по учебнику и конспекту. Качество подготовки в начале занятия контролирует преподаватель.

После этого решается типовая задача, с подробным изложением плана и особенностей решения. Закончив решение, преподаватель выдает каждому студенту задачи, одну из которых он обязан решить в классе, другую дома. Решенные домашние задачи сдаются на проверку преподавателю на следующем практическом занятии.

При решении задач следует придерживаться определенной последовательности решения, анализа промежуточных и окончательных результатов расчетов.

Решение любой задачи начинается с анализа ее условия. Выясните значение терминов, условные обозначения, единицы измерения, что известно и что необходимо найти, Если вам все понятно и вы без затруднений воспроизведете условие задачи, приступайте к ее решению. Чертеж к задаче выполняйте четко, аккуратно, грамотно, в крупном масштабе. Если вы не уверены в своих знаниях, изучите или повторите теоретический материал и только после этого переходите к следующему этапу решения задачи.

При записи каждой решаемой задачи обязательно должны фиксироваться: исходные данные, расчетная схема, что требуется найти, решение, ответ.

Задача сначала должна быть решена в общем виде. После того как задача в общих чертах решена, можно переходить к математическим вычислениям. При этом рекомендуется соблюдать следующие правила: вести решение по пунктам, указывая, что именно в данном пункте определяется. Каждый пункт должен содержать расчетную формулу, записанную в общем виде. Решение задачи по возможности следует вести в общем виде в алгебраической форме до конца. Только после этого следует подставить численные значения, не забывая о размерности подставляемых величин. Все величины в расчетной формуле должны быть выражены в единицах СИ. Проверяйте размерность полученного результата.

Практические занятия требуют от студента высокой активности и самостоятельности в работе. Пассивная запись решения с доски или по подсказкам товарищей не вырабатывает необходимого навыка в решении задач. Такое присутствие на практическом занятии не приносит должной пользы.

## **7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Самостоятельная работа студентов (СРС) по физике нефтяного и газового пласта включает в себя не только познавательную деятельность во внеаудиторное время, но и самостоятельную мыслительную деятельность на лекциях, практических и лабораторных занятиях, экзаменах и зачетах, при индивидуальных собеседованиях. Самостоятельная работа является внутренней основой связи всех методов и форм обучения между собой. При отсутствии самостоятельной работы студента никакие формы и методы обучения, применяемые преподавателем, не дают положительного результата.

В зависимости от места и времени проведения, характера работы и способов контроля результатов работы самостоятельная работа студентов по физике нефтяного и газового пласта подразделяется на виды:

- изучение основной и справочной литературы
- конспектирование, рекомендованной литературы
- изучение конспекта лекций
- решение задач, в том числе на персональном компьютере
- выполнение контрольных и курсовых работ

Самостоятельная работа требует определенных затрат времени и должна быть согласована с изучением других дисциплин. Это невозможно сделать без планирования своей работы. Исходными данными для этого являются рабочий учебный план, рабочая программа изучения и др. дисциплин, а также примерные затраты времени на выполнение предусмотренных рабочей программой работ.

На самостоятельную работу отводится 50% и более времени, отведенного на изучение физики нефтяного и газового пласта. Рабочий день студента ограничен и составляет 9 академических часов: 6 часов аудиторной работы и 3 внеаудиторной. Приведенные нормативы являются основой для планирования самостоятельной работы как преподавателями, так и студентами.

Интенсивная умственная работа не утомляет, а развивает и память, и мышление, если она ведется в определенных условиях.

Для рациональной организации труда необходимо учитывать объективные свойства памяти. Каждый из нас обладает двумя видами памяти: произвольной и произвольной. В первом случае информация запоминается сама собой без специального заучивания. Во втором случае информация запоминается целенаправленно с помощью специальных приемов.

Выучить механику зубрежкой невозможно! Эффективность логической памяти в 20 раз

выше, лучше, чем у механической памяти. Логический пересказ является основным приемом заучивания при изучении механики. Образный прием запоминания сводится к переводу информации в образы, графики, схемы, картинки.

Информация забывается быстро и почти полностью. Для уменьшения забывания необходимо:

- 1) понимание, осмысление информации;
- 2) повторение информации.

Систематическая, без перегрузки, учеба, заучивание маленькими порциями в течение семестра с периодическими повторениями намного эффективнее, чем концентрированное заучивание большого объема информации в сжатые сроки сессии, вызывающее умственную и психическую перегрузку и почти полное забывание информации через неделю после сессии.

## **8. УКАЗАНИЯ ПО САМОКОНТРОЛЮ И ПОДГОТОВКЕ К ТЕСТИРОВАНИЮ**

Формирование способностей к активной, самоуправляемой работе является одной из важнейших задач всех учебных предметов, в том числе физики нефтяного и газового пласта. Самостоятельная деятельность студента невозможна без умения, осуществлять самоконтроль за ходом и результатами работы. Умение предупреждать появление ошибок и своевременно их обнаруживать достигается при правильном осуществлении самоконтроля. Это требует от студента большой мыслительной работы по сравнению полученного результата решения учебной задачи с заданным условием, его оценке, внесению корректив в ход и способы его выполнения. Самоконтроль способствует оптимизации управления познавательной деятельностью студентов. Эта способность выводит его на одно из главных мест в процессе обучения в высшей школе.

Контрольные вопросы для самостоятельной оценки качества освоения дисциплины «Физика нефтяного и газового пласта»:

1. Основные задачи дисциплины, проблемы и перспективы
2. Свойства пород
3. Свойства природных газов
4. Пластовые воды
5. Нефтеотдача пластов

## **9. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАЧЕТУ, ЭКЗАМЕНУ**

Учебным планом направления 21.03.01 Нефтегазовое дело после изучения физики пласта предусмотрен экзамен.

Для студентов очной формы обучения действует рейтинговая система. Рейтинговая система - это регулярное отслеживание качества усвоения знаний и умений в учебном процессе, выполнения планового объема самостоятельной работы. Ведение многобалльной системы оценки позволяет, с одной стороны, отразить в балльном диапазоне индивидуальные особенности студентов, а с другой объективно оценить в баллах усилия студентов, затраченные на выполнение отдельных видов работ.

Разработанная шкала перевода рейтинга по дисциплине в итоговую пятибалльную оценку доступна, легко подсчитывается как преподавателем, так и студентом. Если по дисциплине предусмотрен зачет, то за три аттестации студент может набрать 90 баллов (из них 60 баллов за тесты, 30 баллов за другие виды работ). В качестве поощрения можно получить 10 баллов в конце семестра. Студенты, не набравшие в течение семестра минимального количества баллов (51), проходят итоговый тест (на 90 баллов).

Если по дисциплине предусмотрен экзамен, то за три аттестации студент может набрать 50 баллов (из них 30 баллов за тесты, 20 баллов за другие виды работ). В качестве поощрения можно получить 10 баллов в конце семестра. Все студенты в конце семестра должны пройти итоговый тест на 40 баллов.

К экзамену допускаются студенты, решившие и защитившие практическую работу по физике нефтяного и газового пласта. Экзамен принимается только у студентов, включенных в экзаменационные ведомости или у имеющих экзаменационные листы. Прием экзамена проводится в форме итогового тестирования в системе EDUCON по графику, согласованному с учебным отделом и кафедрой. После экзамена назначается время для проставления результирующих баллов в зачетные книжки и экзаменационные ведомости.

Студенты, не набравшие количества баллов нужного, для получения экзаменационной отметки должны пройти тест для задолжников в системе EDUCON и защитить свою практическую работу.

Время для повторного экзамена назначается преподавателем группы по графику, согласованному с учебным отделом и кафедрой.

Студенты очно-заочной и заочной форм обучения сдают экзамен в традиционной форме.

К экзамену допускаются студенты, решившие и защитившие практическую работу по физике нефтяного и газового пласта.

Экзамен – это неотъемлемый компонент учебного процесса, его завершающий этап. Поэтому вопрос об экзамене нельзя отделять от вопроса об остальных составляющих учебного процесса, а нужно рассматривать только в неразрывной связи с ними. Во время, отведенное на подготовку к экзамену, студент должен осмыслить все приобретенные в течение семестра знания

по физике нефтяного и газового пласта, выделить в них главное, систематизировать и обобщить их, понять взаимосвязь между отдельными темами. При этом знания одновременно совершенствуются, пополняются и уточняются.

В процессе подготовки к сдаче экзамена у студента возникает эмоционально-оценочное отношение к дисциплине. Глубже осознается значение изучаемых в курсе фактов, закономерностей, законов и теорий, уясняется логика рассуждений и доказательств. Все это способствует общему и специальному развитию. И еще, что тоже очень важно, выявляются природные возможности будущего специалиста работать в напряженной обстановке, накапливается опыт умственной работы в ограниченные сроки и в стрессовой ситуации. Экзамены позволяют показать необходимость повседневной работы по усвоению и усовершенствованию знаний, освоению более рациональных приемов учебного труда, перенять опыт лучших студентов. Наконец экзамен дает возможность студенту проверить соответствие уровня своих знаний требованиям, предъявляемым программой курса. На экзамене проверяется умение мыслить, применять полученные знания для объяснения различных явлений и, особенно, для решения задач практического характера.

Экзамен приучает к дисциплинированности, ответственности, целеустремленности. Хорошо организованная подготовка к экзаменам закрепляет и развивает навыки самоконтроля, самовоспитания и самообразования, вырабатывает умение отыскать нужный материал, нужную книгу, расширяя тем самым и круг знаний.

В процессе подготовки к экзаменам у студентов формируются рациональные приемы систематизации и запоминания изучаемого материала, развивается умение излагать свои мысли в письменной и устной форме.

Успех на экзамене в решающей мере зависит от подготовленности к нему. Основная работа по усвоению знаний проходит в течение семестра. Вы уже осмыслили основной материал курса, знаете основные методики расчетов, формулы, понятия, законы и др., овладели методами решения задач. Это первый и основной этап подготовки к будущему экзамену. Осталось только подготовиться к итоговому испытанию. При отсутствии систематической работы в течение семестра подготовиться за 3-4 дня и успешно сдать экзамен по теоретической механике и сопротивлению материалов невозможно. Различные методики подготовки к экзамену могут помочь только при наличии этих условий.

Часто бывает так, что студенту на подготовку по механике не хватает одного дня. Связано это с неумением правильно распределить время. Наиболее распространенной ошибкой является то, что студент, прежде всего, добросовестно анализирует самые сложные для него вопросы.

Это могут быть те, которые освещались на пропущенной по болезни лекции или практическом занятии. Затратив много времени и усилий на подготовку таких вопросов, студент

под давлением дефицита времени слабо готовит относительно простые вопросы, а иногда просто не успевает приступить к их подготовке.

Потому рекомендуем перед началом подготовки экзамена по физике нефтяного и газового пласта разбить экзаменационные вопросы на три части.

1. Первая часть должна включать наиболее легкие вопросы, не требующие тщательного, трудоемкого изучения. Таких вопросов, как показывает практика, может оказаться около 50%.

2. Вторая часть должна состоять из сравнительно знакомых вопросов, в которых, однако, остались не совсем ясными студенту стороны и аспекты. Они требуют более углубленной работы, более значительных трудозатрат. По объему эта часть составляет около 35%.

3. Третья часть включает в себя слабо изученные или сложные в теоретическом отношении вопросы. Их изучение требует наибольших усилий, а в ряде случаев консультации преподавателя.

Подготовку начинайте с первой группы вопросов, затем переходите ко второй и лишь в конце подготовки к экзамену изучайте наиболее сложные вопросы. При этом просматривается и читается соответствующий материал по лекциям или книге. Для проверки усвоения материала самостоятельно выведите формулы. Ни в коем случае не следует стараться запомнить вывод формулы, не понимая его сущность. Необходимо уяснить постановку задачи, принятые в ней гипотезы, идею и схему вывода формулы, место и способ использования гипотез, границы применимости формулы, анализ полученных результатов. Необходимо параллельно просматривать решенные в семестре задачи и для контроля решить небольшое число задач.

Необходимо вспомнить содержание всех выполнявшихся в семестре заданий, относящихся к изучаемой теме. Возникшие трудности, неясности можно разрешить на консультации, которую перед экзаменом дает преподаватель. К консультации нужно тщательно готовиться. Эта подготовка состоит в том, что заблаговременно на листе бумаги выписываются вопросы, относящиеся к непонятным местам курса.

После возвращения с консультации нужно проверить, усвоены ли части курса, оставшиеся до консультации неясными. И в случае необходимости, нужно прочесть еще раз соответствующие места конспекта или в книге. В последний день подготовки нужно просмотреть весь курс, но уже значительно быстрее, чем в предыдущие дни.

В день экзамена утром на свежую голову полезно еще раз, теперь уже бегло, в течение получаса, просмотреть опять весь курс по конспекту.

Получив экзаменационный билет и задачу, студент должен внимательно познакомиться с вопросами и уяснить, понятны ли они ему. В случае если они не совсем ясны студенту, обязательно нужно задать соответствующий вопрос преподавателю в самом начале экзамена. После того как экзаменационные вопросы уяснены, необходимо сосредоточиться и составить

план ответа, затем уже в развернутой форме написать необходимые формальные выкладки, изобразить чертежи. Текст ответа лучше не записывать. Устный ответ должен быть четким, систематичным. Студент должен знать, что экзаменационный билет – это лишь основа для беседы преподавателя со студентом, что преподаватель имеет право даже при правильном ответе на вопросы задать дополнительные вопросы для большей полноты картины.

При решении задач нужно помнить, что все детали этого решения одинаково существенны: и выбор метода, и правильная запись формул или уравнений, и правильность вычислений.

Оценка, выставляемая студенту на экзамене, зависит от выполнения учебных заданий, объема знаний, освоенных умений и компетенций.

«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.

«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.

**Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания**

Дисциплина **Физика пласта**

Код, направление подготовки **21.03.01 Нефтегазовое дело**

Направленность **Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2 (0-60)	3 (61-75)	4 (76-90)	5 (91-100)
<b>ПКС-10</b> Способность проводить прикладные научные исследования по проблемам нефтегазовой отрасли в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПКС-10.3 Использует физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Знать (З1): физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Не знает физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Частично знает физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Знает физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Знает физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности и может тезисно пояснить их содержание

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2 (0-60)	3 (61-75)	4 (76-90)	5 (91-100)
		Уметь (У1): использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Не умеет использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Слабо использует физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Умеет использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Умеет быстро и в оптимальных объемах использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности
		Владеть (В1): физико-математическим аппаратом для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Не владеет физико-математическим аппаратом для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Обладает слабыми навыками физико-математическим аппаратом для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Владеет навыками физико-математическим аппаратом для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности, но допускает незначительные ошибки	Владеет навыками физико-математическим аппаратом для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности

**КАРТА****обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой**Дисциплина **Физика пласта**Код, направление подготовки **21.03.01 Нефтегазовое дело**Профиль **Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти**

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	1 Крестин Е.А., Крестин И.Е., Задачник по гидравлике с примерами расчетов. Учебное пособие. – 4-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2018 – 320 с.	Электр. ресурс	30	100	+

И.о. заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Р.Д. Татлыев

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Библиотекарь II категории \_\_\_\_\_ А.Д. Кодряк

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Дополнения и изменения  
к рабочей программе дисциплины (модуля)**

---

на 20\_\_ - 20\_\_ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие дополнения (изменения):

---

---

---

---

---

Дополнения и изменения внес:

\_\_\_\_\_

*(должность, ученое звание, степень)*

\_\_\_\_\_

*(подпись)*

\_\_\_\_\_

*(И.О. Фамилия)*

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры

\_\_\_\_\_.

*(наименование кафедры)*

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_.

И.о. Заведующего кафедрой \_\_\_\_\_ Р.Д. Татлыев

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. Заведующий выпускающей кафедрой/

Руководитель образовательной программы \_\_\_\_\_ Р.Д. Татлыев

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.