

**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:

**Современное представление о**

**нефтяных дисперсных системах**

**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 «Современное представление о нефтяных дисперсных системах».

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры Нефтегазовое дело

Протокол № 15 от «6» 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

Дисциплина «Современное представление о нефтяных дисперсных системах» способствует пониманию основ коллоидной химии применительно к системам буровых промывочных жидкостей и физико-химических процессов, происходящих при взаимодействии буровых промывочных жидкостей с породами геологического разреза.

**Цель дисциплины** – подготовить специалистов, способных квалифицировано и компетентно разрабатывать рецептуры буровых промывочных жидкостей, принимать решения по их обработке в процессе бурения, производить необходимые расчёты. Образовательные ресурсы дисциплины призваны сформировать компетенции: ПКС-6; ПКС-10.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору 7 (ДВ7).

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание:

- выбор технологических процессов в области нефтегазового дела для организации работы коллектива исполнителей; сбор, анализ и систематизацию исходных данных для проектирования;

умение:

- осуществлять выбор технологических процессов в области нефтегазового дела для организации работы коллектива исполнителей; осуществлять сбор, анализ и систематизацию исходных данных для проектирования;

владение:

- выбором технологических процессов в области нефтегазового дела для организации работы коллектива исполнителей; сбором, анализом и систематизацией исходных данных для проектирования.

Содержание дисциплины Современное представление о нефтяных дисперсных системах 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-6</b> Способность применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПКС-6.2 Анализирует правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы	Знать (З1): правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы
		Уметь (У1): анализировать правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы
		Владеть (В1): правилами технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы

<b>ПКС-10</b> Способность проводить прикладные научные исследования по проблемам нефтегазовой отрасли в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПКС-10.1 Использует различные методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли	Знать (З2): различные методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли
		Уметь (У2): использовать различные методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли
		Владеть (В2): различными методами поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли
	ПКС-10.3 Использует физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Знать (З3): физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности
		Уметь (У3): использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности
		Владеть (В3): физико-математический 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	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль		
очная	3/5	34	17	-		57	зачет
очно-заочная	4/7	26	10	-		72	зачет
заочная	4/7	8	10		4	86	зачет

#### 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	Введение в дисциплину	7/6/1	-/-/-		10/14/16	17/20/17	ПКС-6.2 ПКС-10.1 ПКС-10.3	Тест, выполнение практических работ
2	2	Буровые промывочные жидкости как полидисперсные системы	7/5/1	-/-/-		11/14/16	18/19/17	ПКС-6.2 ПКС-10.1 ПКС-10.3	Тест, выполнение практических работ
3	3	Химия поверхностного слоя буровых растворов	7/5/2	17/10/10		12/14/18	36/29/30	ПКС-6.2 ПКС-10.1 ПКС-10.3	Тест, выполнение практических работ
4	4	Глинистые минералы как дисперсная фаза буровых растворов	7/5/2	-/-/-		12/14/18	19/19/20	ПКС-6.2 ПКС-10.1 ПКС-10.3	Тест, выполнение практических работ
5	5	Реагенты и добавки для регулирования свойств буровых промывочных жидкостей	6/5/2	-/-/-		12/16/18	18/21/20	ПКС-6.2 ПКС-10.1 ПКС-10.3	Тест, выполнение практических работ
6	Зачет					-/-/4	-/-/4	ПКС-6.2 ПКС-10.1 ПКС-10.3	Тесты
Итого:			34/26/8	17/10/10	-	57/72/90	108/108/108		

## 5.2. Содержание дисциплины.

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

#### Раздел 1. Введение в дисциплину.

-Общее представление о буровых промывочных жидкостях их функциях и требования к ним.

-Экологические проблемы при строительстве скважин.

## **Раздел 2. Буровые промывочные жидкости как полидисперсные системы.**

-Основные понятия физико-химии дисперсных систем.

-Классификация дисперсных систем.

-Устойчивость дисперсных систем.

## **Раздел 3. Химия поверхностного слоя буровых растворов.**

-Поверхностная энергия и поверхностное натяжение.

-Измерение поверхностного натяжения.

-Капиллярность и смачиваемость.

-ПАВ.

- Гидрофобизирующие агенты.

## **Раздел 4. Глинистые минералы как дисперсная фаза буровых растворов.**

-Химический состав глин.

-Глина, глинопорошки.

-Гидратация глин.

-Набухание и контракция глин.

-Ионный обмен в глинистых суспензиях.

-Коагуляция и стабилизация.

-Фильтрация дисперсных систем.

-Электрические свойства дисперсных систем.

## **Раздел 5. Реагенты и добавки для регулирования свойств буровых промывочных жидкостей.**

-Параметры БПЖ.

-Химическая обработка БПЖ.

-Функциональное назначение компонентов БПЖ.

-Физико-химические основы действия реагентов.

-Классификация БПЖ.

-Технология приготовления, обработки и очистки БПЖ.

### **Лекционные занятия**

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема лекции
		ОФО/ ОЗФО/ ЗФО	
1	1	7/6/1	-Общее представление о буровых промывочных жидкостях их функциях и требования к ним. -Экологические проблемы при строительстве скважин.
2	2	7/5/1	-Основные понятия физико-химии дисперсных систем. -Классификация дисперсных систем. -Устойчивость дисперсных систем.
3	3	7/5/2	-Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. -Измерение поверхностного натяжения. -Капиллярность и смачиваемость. -ПАВ. - Гидрофобизирующие агенты.
4	4	7/5/2	-Химический состав глин. -Глина, глинопорошки. -Гидратация глин. -Набухание и контракция глин.

			-Ионный обмен в глинистых суспензиях. -Коагуляция и стабилизация. -Фильтрация дисперсных систем. -Электрические свойства дисперсных систем.
5	5	6/5/2	-Параметры БПЖ. -Химическая обработка БПЖ. -Функциональное назначение компонентов БПЖ. -Физико-химические основы действия реагентов. -Классификация БПЖ. -Технология приготовления, обработки и очистки БПЖ.
Итого:		34/26/8	

### Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема практических работы
		ОФО/ ОЗФО	
1	3	9/4/4	Структурно-механические свойства
2	3	8/6/6	Фильтрационно-коркообразующие свойства промывочных жидкостей
Итого:		17/10/10	

### 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	10/14/16	-Общее представление о буровых промывочных жидкостях их функциях и требования к ним. -Экологические проблемы при строительстве скважин.	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям
2	2	11/14/16	-Основные понятия физико-химии дисперсных систем. -Классификация дисперсных систем. -Устойчивость дисперсных систем.	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, подготовка к тестированию
3	3	12/14/18	-Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. -Измерение поверхностного натяжения. -Капиллярность и смачиваемость. -ПАВ. - Гидрофобизирующие агенты.	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям
4	4	12/14/18	-Химический состав глин. -Глина, глинопорошки. -Гидратация глин. -Набухание и контракция глин. -Ионный обмен в глинистых	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям

			суспензиях. -Коагуляция и стабилизация. -Фильтрация дисперсных систем. -Электрические свойства дисперсных систем.	
5	5	12/16/18	-Параметры БПЖ. -Химическая обработка БПЖ. -Функциональное назначение компонентов БПЖ. -Физико-химические основы действия реагентов. -Классификация БПЖ. -Технология приготовления, обработки и очистки БПЖ.	Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, подготовка к тестированию
Зачет		-/-/4	Подготовка к зачету	Сдача зачета
Итого:		57/72/90		

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

№	Виды контрольных мероприятий	Баллы
1	Внеаудиторная самостоятельная работа (просмотр конспекта лекций, ответы на контрольные вопросы)	10
2	Аудиторная самостоятельная работа (тест)	20
3	Аудиторная работа на занятии	10
Итого 1 аттестация		40
4	Внеаудиторная самостоятельная работа (просмотр конспекта лекций, ответы на контрольные вопросы)	5
5	Аудиторная самостоятельная работа (тест)	20

6	Аудиторная работа на занятии	5
Итого 2 аттестация		30
7	Внеаудиторная самостоятельная работа (просмотр конспекта лекций, ответы на контрольные вопросы)	5
8	Аудиторная самостоятельная работа (тест)	20
9	Аудиторная работа на занятии	5
Итого 3 аттестация		30
Всего		100

## **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	-	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

## 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

### ВВЕДЕНИЕ

Буровой раствор является важнейшим элементом технологии бурения, определяющим качество строительства скважины, стоимость скважины и основные технико-экономические показатели бурения. Главным является то, что свойства раствора и режимы течения являются основными управляющими факторами в процессе бурения скважин.

К буровым растворам предъявляются ряд требований, которые обуславливают их качество и функциональное назначение. Приоритетность выполнения требований к растворам определяется условиями бурения, однако их общее выполнение должно минимизировать стоимость бурения за счет снижения затрат на повторные обработки раствора реагентами и борьбу с осложнениями, а также вследствие повышения работоспособности породоразрушающего инструмента при обязательном обеспечении качества вскрытия продуктивных пластов и получение требуемой геофизической информации как результат по процессу бурения.

Промывочные жидкости, применяемые для бурения скважин, не только удаляют продукты разрушения из скважин и охлаждают породоразрушающий инструмент, но и обеспечивают предупреждение и ликвидацию осложнений, вскрытия продуктивных пластов и в целом способствует повышению качества буровых работ на нефть и газ.

Применение промывочных жидкостей, свойства которых не соответствуют данным геолого-техническим условиям, может привести к различным осложнениям и авариям, сопровождающимся большими затратами времени и средств.

Важную роль при обработке буровых растворов играют химические реагенты, правильный выбор и рациональное использование которых позволяет получать системы с заданными свойствами.

Приготовление сложных по составу буровых растворов из высококачественного сырья, определение параметров и оперативный контроль их качества в процессе бурения, обработка разнообразными химическими реагентами, требуют глубоких знаний физической и коллоидальной химии, а также опыта и интуиции, формируемых на их основе. Эта задача может быть решена только при хорошем знании методов анализа основных технологических параметров и качества промывочных жидкостей при условии приобретения и закрепления практических навыков их определения.

Поэтому выбор и регулирование свойств промывочных жидкостей – сложная задача, от решения которой в итоге зависит эффективность и качество буровых работ.

### 11.2 Методические указания к лабораторным работам

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены

### 11.3 Методические указания к практическим занятиям

## **1 СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

Под структурно-механическими свойствами понимается способность промывочных жидкостей в состоянии покоя образовывать пространственную внутреннюю структуру, обладающую определенной механической прочностью. Для возвращения структурированной системе свойств жидкости структуру необходимо разрушить, приложив некоторое усилие. Величина этого усилия зависит от силы сцепления между частицами дисперсной фазы промывочной жидкости, т.е. от прочности образовавшейся структуры, и характеризуется статическим напряжением сдвига.

Статическое напряжение сдвига - это усилие, при котором начинается разрушение структуры, отнесенное к единице площади, или иными словами, это минимальное касательное напряжение сдвига, вызывающее начало разрушения структуры в покоящейся промывочной жидкости. Статическое напряжение сдвига принято выражать в дПа.

Величина статического напряжения сдвига определяет возможность удержания во взвешенном состоянии частиц шлама и утяжелителя при остановках циркуляции промывочной жидкости. Очевидно, что для обеспечения этой возможности величина статического напряжения сдвига должна превышать величину усилия, создаваемого весом частиц выбуренной породы или утяжелителя. В противном случае эти частицы при отсутствии циркуляции промывочной жидкости будут оседать в призабойную часть скважины, что в конечном итоге может привести к прихвату бурового инструмента шламом. Однако с увеличением статического напряжения сдвига ухудшаются условия самоочистки промывочной жидкости от шлама на поверхности, а также возрастает величина импульсов давления на забой и стенки скважины при иницировании течения промывочной жидкости (при пуске насоса) и при проведении СПО, что, в свою очередь, повышает вероятность флюидопроявлений, нарушений устойчивости стенок скважин, гидроразрывов пластов и поглощений промывочной жидкости. Таким образом, величина статического напряжения сдвига должна быть минимальной, но достаточной для удержания во взвешенном состоянии в покоящейся промывочной жидкости частиц выбуренных пород и утяжелителя.

Для измерения величины статического напряжения сдвига используют прибор СНС-2, а также ротационные вискозиметры ВСН-3, ВСН-2М и др.

Для оценки характера нарастания прочности структуры во времени измерения делают через 1 мин (СНС<sub>1</sub>) и 10 мин (СНС<sub>10</sub>) покоя. Кроме названных показателей структурно-механические свойства промывочных жидкостей характеризуют и коэффициентом тиксотропии.

$$K_T = \frac{CHC_{10}}{CHC_1}, \quad (13)$$

Рекомендуется  $K_T = 1-2$ , т.е. величина  $CHC_{10}$  не должна превышать величину  $CHC_1$  более чем в два раза, при этом предпочтение следует отдавать промывочным жидкостям, коэффициент тиксотропии которых близок к единице.

## 1.2 Измерение статического напряжения сдвига промывочных жидкостей

**Прибор СНС-2** (рис. 1) состоит из измерительной части и привода 13, смонтированных на общей плите 11.

Измерительная часть включает в себя внешний стакан 9, установленный на вращающейся опоре 10 и измерительный цилиндр 8, подвешенный на стойке 1 с помощью упругой нити 4, защищенной металлической трубкой 5. К верхнему концу нити припаян диск с нанесенным на нем номером нити. С помощью этого диска нить подвешивается в пробке 2.

В средней части трубки установлена шкала 6 с ценой деления, равной 1 град. На стойке при помощи кронштейна закреплен указатель 14.

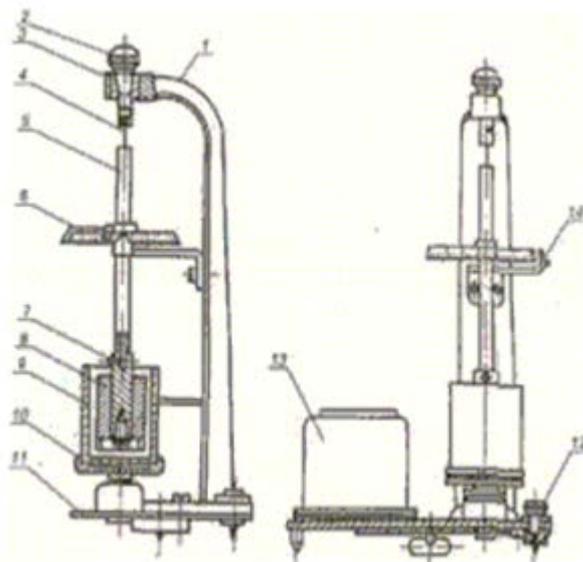


Рисунок 1 – Прибор СНС-2

Для грубой установки шкалы на нуль в ней предусмотрено восемь отверстий, одним из которых она надевается на штифт, имеющийся на площадке трубки. Более точная установка шкалы на нуль осуществляется поворотом пробки в конусной втулке 3. Крепление нити в трубке осуществляется винтом 7. Соосность подвесного измерительного цилиндра со стаканом регулируется с помощью установочных винтов 12. Вращение стакана осуществляется через редуктор и гибкую передачу от электродвигателя ДСД-2. Для включения электродвигателя на плите установлен тумблер.

В комплект прибора входят футляр, ковш, отвертка и нити шести номеров, каждая из которых имеет свою константу  $K$  в Па/град, указываемую в паспорте прибора.

Техническая характеристика СНС-2:

Пределы измерения статического напряжения сдвига в Па при диаметре нити в мм:

0,3 .....	0 - 10
0,4 .....	0 - 30
0,5 .....	0 - 80

Частота вращения стакана, об/мин .....0,2  
 Наружный диаметр измерительного цилиндра, мм .....40  
 Высота измерительного цилиндра, мм.....60  
 Основная приведенная погрешность измерения, %.....не более 5  
 Питание прибора - от сети переменного тока напряжением..... 220 В.

#### **Порядок измерений.**

Установить внешний стакан в опору, собрать упругую систему, для чего нить нужного предела измерения вставить в трубку и ее нижний конец укрепить винтом. За верхний конец нити подвесить упругую систему к стойке.

При помощи установочных винтов добиться равномерного зазора между подвесным цилиндром и внутренней стенкой стакана. Установить нуль шкалы против риски на стрелке указателя. Не трогая и не сдвигая пробку в гнезде стойки, снять упругую систему.

Тщательно перемешать пробу исследуемой промывочной жидкости и ковшом залить ее в стакан. Погрузив в стакан подвесной цилиндр, подвесить нить на пробку. При этом подвесной цилиндр должен быть погружен в жидкости точно до верхнего края и находиться в центре стакана.

Осторожно перемешать промывочную жидкость, повернув 2-3 раза рукой за трубку подвесную систему на угол 40 - 50 град. Установить шкалу в нулевое положение, включить секундомер и по истечении 1 мин включить электродвигатель прибора. По шкале отметить угол максимального закручивания нити  $\varphi_1$  в град, остановить секундомер и выключить электродвигатель,

Промывочную жидкость вновь перемешать, повернув 2-3 раза подвесную систему, установить шкалу в нулевое положение и оставить прибор в покое на 10 мин. По истечении этого времени включить электродвигатель и зафиксировать максимальный угол закручивания нити  $\varphi_{10}$ .

Определить статическое напряжение сдвига исследуемой промывочной жидкости по формуле

$$\text{СНС}_{1(10)} = K \cdot \varphi_{1(10)}, \quad (1)$$

где  $\text{СНС}_{1(10)}$  - статическое напряжение сдвига, соответственно, через 1 и 10 мин, Па;

$\varphi_{1(10)}$  - угол поворота шкалы прибора соответственно после 1 и 10 мин покоя, град;

K - коэффициент упругости нити, Па/град.

$K_{1,2} = 0,0380 \text{ Па/град}$ ,  $K_{3,4} = 0,1224 \text{ Па/град}$ ,  $K_{5,6} = 0,3010 \text{ Па/град}$ .

При определении статического напряжения сдвига с помощью **ротационного вискозиметра ВСН-3** необходимо налить в стакан до риски исследуемую промывочную жидкость, установить стакан на телескопический столик, поднять его и зафиксировать в верхнем положении поворотом по часовой стрелке. Поставить переключатель частоты вращения гильзы в положение  $600 \text{ мин}^{-1}$ , тумблер - в положение «вкл» и с целью разрушения структуры перемешать исследуемую промывочную жидкость в течение 1 мин.

После этого тумблер установить в положение «откл», переключатель частоты вращения гильзы - в положение  $0,2 \text{ мин}^{-1}$  и оставить исследуемую промывочную жидкость в покое на 1 мин (10 мин).

По истечении заданного времени поставить тумблер и положение «вкл» и по шкале прибора зафиксировать наибольший угол поворота измерительного элемента (в момент разрушения структуры шкала возвращается в исходное положение).

Выключить прибор и рассчитать статическое напряжение сдвига исследуемой промывочной жидкости по формуле (1), в которой K - константа пружины ВСН-3, Па/град.

За величину статического напряжения сдвига принимается среднее значение результатов трех измерений.

## **2 ФИЛЬТРАЦИОННО-КОРКООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА ПРОМЫВОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ**

Столб промывочной жидкости, заполняющей скважину, создает гидростатическое давление, которое, как правило, превышает давление пластовых флюидов, находящихся в порах горных пород. Поскольку все горные породы в той или иной мере проницаемы, то при вскрытии их бурением под воздействием перепада давления происходит проникновение дисперсионной среды промывочной жидкости в околоствольное пространство. Поток дисперсионной среды перемещает частицы твердой фазы в направлении стенок скважины и, если размеры определенной части этих частиц находятся в диапазоне от чуть меньшего размера самых крупных пор до одной трети этого размера, то они застревают в суженных горловинах входа в поры и закупоривают их. Как только происходит закупорка входов в поры, в приствольной зоне порового пространства задерживаются и более мелкие частицы твердой фазы, образуя так называемую внутреннюю фильтрационную корку. Затем эти частицы откладываются уже непосредственно на стенках скважины и таким образом, формируется наружная фильтрационная корка, через которую в околоствольное пространство поступает только фильтрат промывочной жидкости.

Следует отметить, что распространение фильтрата промывочной жидкости в радиальном направлении абсолютно не желательно, особенно при проходке слабосцементированных, рыхлых пород и вскрытии продуктивных песчано-глинистых пластов.

Поступление фильтрата промывочной жидкости в слабосцементированные и рыхлые породы вызывает их дополнительное увлажнение и связанные с этим обвалы, осыпи стенок скважины, частые и длительные проработки ее ствола, прихваты бурильной колонны и др.

Проникновение фильтрата в продуктивные песчано-глинистые пласты приводит к набуханию входящих в их состав глинистых минералов; образованию нерастворимых осадков, эмульсий и гелей, вызванному взаимодействием фильтрата с пластовыми флюидами, изменению вязкости последних и др. В результате снижается проницаемость приствольной зоны продуктивного пласта, что затрудняет вызов притока пластового флюида при освоении скважины и существенно уменьшает ее дебит, особенно в начальный период эксплуатации.

Полностью предупредить фильтрационные потери промывочных жидкостей на водной основе практически невозможно, их можно только минимизировать. Это достигается увеличением в промывочной жидкости доли прочносвязанной воды, которая настолько прочно удерживается частицами твердой фазы, что не может быть удалена из промывочной жидкости даже при огромных давлениях; снижением проницаемости образующейся на стенках скважины фильтрационной корки; повышением вязкости фильтрата и, соответственно, повышением сопротивления его движению в поровом пространстве и др.

Доля прочносвязанной воды увеличивается с ростом адсорбционной активности твердой фазы промывочной жидкости и вводимых в нее химических реагентов, а также с повышением концентрации названных компонентов.

Адсорбционная активность глин и органических реагентов, т.е. способность их связывать воду, может быть оценена по величине адсорбции ими метиленовой сини.

При бурении имеют место три вида фильтрации: статическая, происходящая при остановках циркуляции промывочной жидкости в скважине; динамическая – в условиях циркуляции и мгновенная - при скалывании породы вооружением долота.

Между тем фильтрационно-коркообразующие свойства промывочных жидкостей традиционно характеризуются лишь показателем статической фильтрации и толщиной фильтрационной корки. Объясняется это тем, что для моделирования динамических условий необходимо сложное, громоздкое и дорогостоящее оборудование. Единственный на сегодняшний день серийно выпускаемый прибор для определения динамической фильтрации (FANN Model 90 Dynamic Filtration System) имеет габаритные размеры 305x455x711 мм и массу 77 кг.

Показатель фильтрации  $\Phi$ , ( $\text{см}^3/30$  мин) численно равен объему фильтрата, прошедшего за 30 мин через фильтрационную корку диаметром 75 мм при определенном перепаде давления  $\Delta P$ . В нашей стране показатель фильтрации принято измерять с помощью прибора ВМ-6 при  $\Delta P = 0,1$  МПа.

Для измерения показателя фильтрации при более высоком, чем в ВМ-6, перепаде давления и, соответственно, более близком к имеющему место в реальных скважинных условиях, что

несомненно повышает достоверность оценки показателя фильтрации используют фильтр-пресс ФЛР-1. Создаваемый в нем перепад давления равен 0,7 МПа, что является стандартной величиной при измерении показателя фильтрации в зарубежной практике.

Однако следует знать, что в целом скорость фильтрации к перепаду давления значительно менее чувствительна, чем к температуре. Рост температуры приводит к существенному увеличению скорости фильтрации по нескольким причинам. Во-первых, с увеличением температуры снижается вязкость фильтрата. Это, в свою очередь, вызывает снижение гидравлических сопротивлений при движении фильтрата в поровых каналах фильтрационной корки (пласта), в результате чего накопленный объем фильтрата увеличивается.

Во-вторых, с повышением температуры значительно возрастает степень флокуляции частиц твердой фазы промывочных жидкостей, что, как отмечалось выше, вызывает увеличение проницаемости их фильтрационных корок.

В-третьих, при высоких температурах возможна термодеструкция химических реагентов – понизителей фильтрации, приводящая к полной потере их функций и, соответственно, к резкому росту фильтрационных потерь.

Таким образом, существенное влияние температуры и перепада давления на скорость фильтрации очевидно. В этой связи кроме прибора ВМ-6 и фильтр-пресса ФЛР-1 для измерения величины показателя фильтрации используют еще и установку УИВ-2, позволяющую проводить испытания при температуре до 250°C и перепаде давления до 5 МПа.

## 2.1 Измерение показателя фильтрации промывочных жидкостей

**Прибор ВМ-6** (рис. 2) состоит из плунжера 1, груза-шкалы 2, цилиндра 3 с ввернутой в него втулкой 4, иглы 5, фильтрационного стакана 6, основания 7, пробки 8, резиновой прокладки 9 и бумажного фильтра 10.

В комплект прибора входят бачок для масла емкостью 0,5 л, обеззоленная фильтровальная бумага или готовые фильтры диаметром 70 мм.

Техническая характеристика ВМ-6:

Предел измерения показателя фильтрации за 30 мин при диаметре фильтра 75 мм, см <sup>3</sup> .....	40
Цена деления шкалы, см <sup>3</sup> .....	1
Погрешность измерения, см <sup>3</sup> .....	±0,5
Давление фильтрации, МПа.....	0,1
Фактический диаметр фильтра, мм.....	53
Объем пробы промывочной жидкости, см <sup>3</sup> .....	100

### Порядок работы.

1 Отвернуть цилиндр от фильтрационного стакана, вынуть стакан из основания, вынуть пробку. Фильтрационный стакан и основание прибора промыть горячей водой и насухо вытереть. Плунжерную пару смазать индустриальным маслом, проверить плавность движения плунжера, закрыть иглу.

2. Смочить один или два заготовленных заранее фильтра водой, вложить их в основание прибора и промокнуть сухим кружком фильтровальной бумаги.

3. Поверх подготовленного таким образом фильтра уложить резиновую прокладку, ввернуть фильтрационный стакан в основание, вставить пробку. Подготовить секундомер и положить его рядом с прибором.

4. Залить в фильтрационный стакан предварительно перемешанную пробу промывочной жидкости, не доливая до края на 3 - 4 мм.

5. Навернуть цилиндр на стакан. Налить в цилиндр индустриальное масло, не доливая до верхнего края втулки на 10 мм. Во избежание смешивания масла с промывочной жидкостью его следует наливать слабой струей так, чтобы оно стекало по внутренним стенкам цилиндра.

6. Вставить плунжер в цилиндр. Приоткрыть иглу и, вращая плунжер рукой за накатку на грузе, подвести нулевое деление шкалы к отсчетной риске на верхнем крае втулки. Если нулевое

деление шкалы опустится ниже риски, то фактическое начальное показание прибора по шкале нужно принять за нулевое, вычитая его из всех промежуточных и окончательного отсчетов.

7. В момент вытаскивания пробки включить секундомер. Все операции от заполнения стакана промывочной жидкостью до пуска секундомера следует производить с минимальной продолжительностью, чтобы исключить возможность осаждения на фильтре частиц дисперсной фазы под действием силы тяжести и искажения вследствие этого результатов измерений.

8. Через 30 мин снять показания прибора, все это время периодически, вначале чаще, вращая плунжер рукой за накатку на грузе.

9. После снятия показаний открыть иглу, выпустить масло в чашку цилиндра и при открытой игле вынуть из него плунжер. Затем закрыть иглу, отвернуть цилиндр от стакана и слить масло из чашки в масляный бачок.

10. Вылить содержимое фильтрационного стакана и промыть его, подставив горловину под слабую струю воды. После этого вылить воду и отвернуть стакан от основания прибора.

11. Извлечь фильтр с образовавшейся на нем фильтрационной коркой и измерить ее толщину.

Известно, что если пренебречь небольшой ошибкой при значениях времени, близких к нулю, то в условиях статической фильтрации промывочной жидкости через фильтровальную бумагу объем фильтрата пропорционален корню квадратному из времени фильтрации

$$\Phi_{30} - \Phi_0 = (\Phi_t - \Phi_0)[(30)^{0,5}/(t)^{0,5}] \quad (2)$$

где  $\Phi_t$  - величина показателя фильтрации по истечению  $t$  минут с момента начала фильтрации,  $\text{см}^3$ ;

$\Phi_0$  - величина ошибки при значениях времени, близких к нулю,  $\text{см}^3$ ;

$\Phi_{30}$  - величина показателя фильтрации за стандартное время замера, равное 30 мин,  $\text{см}^3$ .

Ошибка при значениях времени, близких к нулю, возникает в результате способности мельчайших частиц твердой фазы промывочной жидкости проходить через фильтровальную бумагу, прежде чем произойдет закупоривание ее пор. При измерениях это проявляется в скачке показаний прибора ВМ-6 от нуля до определенного значения, которое называют мгновенной фильтрацией  $\Phi_0$ , ( $\text{см}^3$ ). После этого через фильтровальную бумагу проникает только фильтрат.

Использование зависимости (2) в практических целях позволяет существенно ускорить процесс определения показателя фильтрации. Так, если принять  $t = 7,5$  мин, то  $\Phi_{30} = 2 \cdot \Phi_{7,5}$ . Таким образом, для приближенной оценки показателя фильтрации за стандартное время замера  $\Phi_{30}$  достаточно взять отсчет по шкале прибора ВМ-6 через 7,5 мин с момента начала фильтрации и умножить его на два.

Для определения показателя фильтрации, значения которого выходят за пределы шкалы прибора ВМ-6, а также для прогнозирования величины показателя фильтрации по любому произвольному значению времени с момента начала фильтрации можно воспользоваться следующей формулой, вытекающей из формулы (15)

$$\Phi_{30} = \Phi_t \cdot [5,477/(t)^{0,5}] \quad (3)$$

При этом следует помнить, что условия образования фильтрационной корки при любом ускоренном способе определения показателя фильтрации по времени не соответствуют стандартным, в связи с чем ее количественная и качественная характеристики не являются показательными.

Точность показаний прибора ВМ-6 периодически контролируют с помощью бюретки, имеющей цену деления  $0,1 \text{ см}^3$ . Для этого после взятия окончательного отсчета по шкале прибора и отсоединения цилиндра от фильтрационного стакана с промывочной жидкостью горловину стакана закрывают пробкой и фильтрат из основания прибора переливают в предварительно смоченную водой бюретку. Показание по шкале прибора и показание бюретки, умноженное на два, не должны различаться между собой более чем на  $0,5 \text{ см}^3$ .

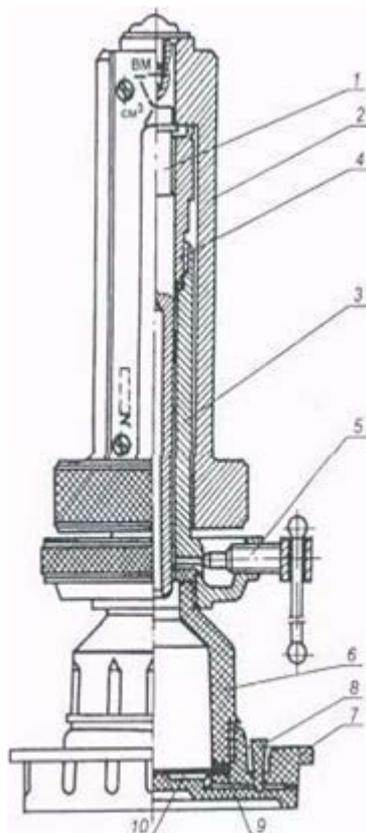


Рисунок 2 -

Прибор ВМ-6

**Фильтр-пресс ФЛР-1** (рис. 3) состоит из фильтрационного стакана 1, крышки 2 с отверстием, сетчатого фильтра 3, баллона 4 с инертным газом давлением до 15 МПа, редуктора 5 для снижения давления от 15 до 0,7 МПа, регулировочного винта 6, манометров низкого и высокого давлений, перепускного клапана 7 с винтом 8 и измерительного цилиндра 9.

Техническая характеристика ФЛР-1:

Предел измерения показателя фильтрации за 30 мин при диаметре фильтра 75 мм, см <sup>3</sup> .....	120
Погрешность измерения, см <sup>3</sup> .....	± 0,5
Давление фильтрации, МПа.....	0,7
Фактический диаметр фильтра, мм .....	53
Объем пробы промывочной жидкости, см <sup>3</sup> .....	150

**Выполнение опыта.**

Снять фильтрационный стакан, вывернуть крышку, промыть их водой и насухо вытереть. Смочить водой бумажный фильтр и промокнуть его сухой фильтровальной бумагой. Отвернуть полностью регулировочный винт редуктора и завернуть до упора винт перепускного клапана.

Залить в стакан предварительно перемешанную пробу промывочной жидкости, установить уплотнительное кольцо, на него положить подготовленный бумажный фильтр, затем сетчатый фильтр, закрыть стакан крышкой и установить его в рабочее положение поворотом на бобышке на 90 град. Под отверстие в крышке стакана подставить измерительный цилиндр объемом 10 или 50 см<sup>3</sup> в зависимости от предполагаемой скорости фильтрации.

Отвернуть вентиль баллона, поворотом регулировочного винта редуктора по часовой стрелке установить давление на выходе из редуктора 0,7 МПа. Отвернуть винт перепускного клапана на 3,5 оборота и одновременно включить секундомер.

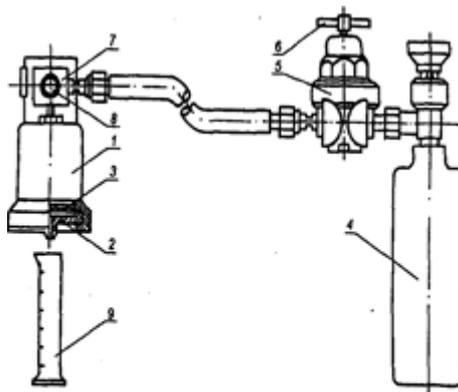


Рисунок 9 - Фильтр-пресс ФЛР-1

Через 30 мин убрать из-под стакана измерительный цилиндр, завернуть до упора винт перепускного клапана, закрыть вентиль баллона, снять стакан, вывернуть крышку, извлечь уплотнительное кольцо и фильтры, вылить промывочную жидкость.

Взять отсчет по шкале измерительного цилиндра и определить значение показателя фильтрации, умножив объем полученного фильтрата в  $\text{см}^3$  на два, так как площадь фильтрации ФЛР-1 в два раза меньше площади стандартного фильтра диаметром 75 мм.

Порядок проведения испытаний на приборе **фильтр-пресс**.

1. Соберите следующие сухие детали в таком порядке: основная чашка, резиновая прокладка, сетка, один лист фильтровальной бумаги, снова резиновое кольцо и камера корпуса.

2. Заполните камеру свежеперемешанным буровым раствором, не доходя до верхнего края на 1/4 дюйма (0,6 см). Заполнение ячейки до данного уровня необходимо только для экономии углекислого газа. Установите прибор в раму фильтр-пресса.

3. Проверьте верхнюю крышку и убедитесь, что резиновая прокладка находится на месте и подготовьте все необходимое. Накройте фильтровальную ячейку верхней крышкой и закрепите ячейку в раме с помощью Т-образного винта.

4. Поместите сухой чистый градуированный цилиндр под трубкой на выходе из фильтрационной камеры.

5. Создайте в фильтрационной камере давление 100 фунтов/кв.дюйм (0,7 МПа) и фильтруйте в течение 30 минут.

6. По истечении 30 минут сбросьте давление с помощью спускного клапана и запишите объем собранного фильтрата в  $\text{см}^3$ .

Порядок проведения испытаний с помощью **фильтр-пресса Фэнна**.

1 Возьмите камеру вверх дном (широким открытым концом вверх) и, закрыв указательным пальцем на противоположной стороне, заполните ее свежеперемешанным буровым раствором.

2 Затем, по порядку, вставьте уплотнительное кольцо, один бумажный фильтр и завинтите нижнюю крышку.

3 Переверните собранный прибор вертикально и подключите к источнику давления.

4 Поместите чистый сухой градуированный цилиндр под выходное отверстие.

5 Создайте в фильтрационной камере давление 100 фунтов/кв.дюйм (0,7 МПа) и фильтруйте в течение 30 минут.

6 По истечении 30 минут сбросьте давление и измерьте объем собранного фильтрата в куб. см. измерьте толщину фильтрационной корки с точностью до 1/32 дюйма (0,01 см).

7 Тщательно мойте фильтр-пресс после каждого использования.

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

Дисциплина **Современное представление о нефтяных дисперсных системах**

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 (75-90)	5 (91-100)
<b>ПКС-6</b> Способность применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	<b>ПКС-6.2</b> Анализирует правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы	Знать (31): правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы	Не знает правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы	Частично знает правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы	Знает правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы	Знает правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы 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 (75-90)	5 (91-100)
		Уметь (У1): анализировать правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы	Не умеет анализировать правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы	Слабо умеет анализировать правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы	Умеет анализировать правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы	Умеет быстро и в оптимальных объемах анализировать правила технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы
		Владеть (В1): правилами технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы	Не владеет правилами технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы	Обладает слабыми правилами технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы	Владеет правилами технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы, но допускает незначительные ошибки	Владеет правилами технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы

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 (75-90)	5 (91-100)
<b>ПКС-10</b> Способность проводить прикладные научные исследования по проблемам нефтегазовой отрасли в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	<b>ПКС-10.1</b> Использует различные методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли	Знать (З2): различные методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли	Не знает различные методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли	Частично знает различные методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли	Знает различные методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли	Знает различные методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли и может тезисно пояснить их содержание
		Уметь (У2): использовать различные методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли	Не умеет использовать различные методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли	Слабо умеет использовать различные методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли	Умеет использовать различные методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли	Умеет быстро и в оптимальных объемах использовать различные методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли

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 (75-90)	5 (91-100)
		Владеть (В2): различными методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли	Не владеет различными методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли	Обладает слабыми различными методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли	Владеет различными методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли, но допускает незначительные ошибки	Владеет различными методы поиска и анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли
	<b>ПКС-10.3</b> Использует физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Знать (З3): 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 (75-90)	5 (91-100)
		Уметь (У2): осуществлять сбор, анализ и систематизацию исходных данных для проектирования	Не умеет осуществлять сбор, анализ и систематизацию исходных данных для проектирования	Слабо умеет осуществлять сбор, анализ и систематизацию исходных данных для проектирования	Умеет осуществлять сбор, анализ и систематизацию исходных данных для проектирования	Умеет быстро и в оптимальных объемах осуществлять сбор, анализ и систематизацию исходных данных для проектирования
		Владеть (В2): сбором, анализом и систематизацией исходных данных для проектирования	Не владеет сбором, анализом и систематизацией исходных данных для проектирования	Обладает слабыми навыками сбора, анализа и систематизацией исходных данных для проектирования	Владеет сбором, анализом и систематизацией исходных данных для проектирования	Владеет сбором, анализом и систематизацией исходных данных для проектирования

**КАРТА****обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой**Дисциплина **Современное представление о нефтяных дисперсных системах**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	Манжай, В.Н. Нефтяные дисперсные системы : учебное пособие / В.Н. Манжай, Л.В. Чеканцева. — Томск : ТПУ, 2016. — 148 с.	Электр. ресурс	30	100	+

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

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 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. заведующего выпускающей кафедрой/

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

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.