

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИАТ  
ФГБОУ ВО «МГТУ»  
М.В. Васёха



2019 год

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Дисциплина** Б1.В.10 Молекулярные механизмы вязкости жидкости и газов  
код и наименование дисциплины

**Направление подготовки/специальность** 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства  
код и наименование направления подготовки /специальности/

**Направленность/специализация** специализация № 2 «Физические процессы нефтегазового производства»  
наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы

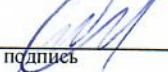

**Квалификация выпускника** специалист  
указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

**Кафедра-разработчик** кафедра морского нефтегазового дела  
наименование кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск  
2019

## Лист согласования

### 1. Разработчик(и)

д.т.н., доцент каф. МНГД должность	 подпись	Васёха М.В. И.О.Фамилия
геофизик сГТИ ООО «Геоконтроль+» должность	 подпись	Надиралиев К.Г. И.О.Фамилия

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы  
Морского нефтегазового дела, протокол № 9/18.  
наименование кафедры

18.06.2019 г. дата	 подпись	Васёха М.В. Ф.И.О. заведующего кафедры – разработчика
-----------------------	--	--

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Коды циклов дисциплин, модулей, практик	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
1	2	3
Б1.В.10	Молекулярные механизмы вязкости жидкости и газов	<p><b>Целью дисциплины</b> «Молекулярные механизмы вязкости жидкости и газов» является формирование компетенций (части компетенций) в соответствии с ФГОС по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства и учебным планом для направления подготовки/специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, специализации №2 Физические процессы нефтегазового производства</p> <p><b>Задача дисциплины</b> – дать обучающимся необходимые знания по существующим теоретическим основам расчета вязкости жидкостей и газов, реологическим моделям, приборам измерения вязкости, позволяющие решать вопросы, связанные с расчетами процессов бурения, эксплуатации и транспорта нефти, газа и конденсата.</p> <p><b><u>В результате изучения дисциплины специалист должен:</u></b></p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности взаимодействия молекул и надмолекулярных комплексов в нефтяных и газовых средах;</li> <li>- законы, описывающие влияние внешних параметров (температура, давление, скорость) на реологические характеристики одно- и многокомпонентных жидкостей и газов,;</li> <li>- особенности реологических параметров дисперсных углеводородных сред.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- производить численные расчеты реологических параметров по изученным теоретическим моделям молекулярных механизмов вязкого течения.</li> </ul> <p><b>Обладать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками определения молекулярного и коллоидного строения конкретных нефтегазовых сред по результатам лабораторных реологических измерений;</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b><u>Содержание разделов дисциплины</u></b></p> <p><b>Реализуемые компетенции:</b> ОПК-6; ПК-17</p> <p><b>Формы промежуточной аттестации</b> <b>Очная форма:</b> Семестр 7 – зачёт</p>

## Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства (специализация №2: Физические процессы нефтегазового производства), утвержденного Министерством образования и науки РФ 12.09.2016, № 1156, учебного плана в составе ОПОП по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства (специализация №2: Физические процессы нефтегазового производства) 2017 года начала подготовки.

### 2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

**Целью дисциплины** «Молекулярные механизмы вязкости жидкости и газов» является формирование компетенций (части компетенций) в соответствии с ФГОС по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства и учебным планом для направления подготовки/специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, специализации №2 Физические процессы нефтегазового производства

**Задачи дисциплины:** дать обучающимся необходимые знания по существующим теоретическим основам расчета вязкости жидкостей и газов, реологическим моделям, приборам измерения вязкости, позволяющие решать вопросы, связанные с расчетами процессов бурения, эксплуатации и транспорта нефти, газа и конденсата.

### 3. Требования к уровню подготовки специалистов и планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства:

Таблица 2. - Результаты обучения

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции
1	ОПК-6: готовностью использовать знания о свойствах горных пород и характере их изменения под воздействием различных физических полей при оценке параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительстве и эксплуатации подземных объектов, владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива	Компетенция реализуется полностью	<b>Знать:</b> свойства горных пород и характер их изменения под воздействием различных физических полей при оценке параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительстве и эксплуатации подземных объектов <b>Уметь:</b> рассчитывать степень влияния различных физических полей на свойства горных пород <b>Владеть:</b> методами анализа закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива

4	ПК-17: готовностью выполнять экспериментальные исследования в натуральных и лабораторных условиях с использованием современных методов и средств измерений, готовностью обрабатывать и интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты	Компетенция реализуется полностью	<p><b>Знать:</b> параметры, свойства, назначение и особенности использования бурового раствора, его квалитметрические характеристики.</p> <p><b>Уметь:</b> устанавливать зависимость квалитметрических характеристик раствора от добавляемых в него химических реагентов. Выполнять исследования реологических свойств.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками обобщения и систематизации информации по направлению исследований</p>
---	---	-----------------------------------	---

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

Таблица 3 - Распределение учебного времени дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения										
	Очная				Очно-заочная				Заочная		
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс		Всего часов
	7										
Аудиторные часы											
Лекции	16			16							
Практические работы	16			16							
Лабораторные работы	16			16							
Часы на самостоятельную и контактную работу											
Выполнение, консультирование, защита курсовой работы (проекта)											
Прочая самостоятельная и контактная работа	60			60							
Подготовка к промежуточной аттестации	-										
Всего часов по дисциплине	108			108							

#### Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	-			-							
Зачет/зачет с оценкой	+			+							
Курсовая работа (проект)	-			-							

Количество расчетно-графических работ	1			1								
Количество контр. работ	1			1								
Количество рефератов	-			-								

**Таблица 4 - Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы**

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения			
	Очная			
	Л	ЛР	ПР	СР
Тема 1. Основные понятия и идеальные законы реологии	2	2	2	6
Тема 2. Исторический обзор исследований вязкости	2	2	2	6
Тема 3. Конструкция и применение вискозиметров	2	2	2	6
Тема 4. Статистическая теория вязкости идеальных газов	2	2	2	6
Тема 5. Молекулярные механизмы вязкости жидкостей.	2	2	2	6
Тема 6. Дилатансия; электровязкостный эффект	2	2	2	8
Тема 7. Аномалии вязкости тяжелых структурированных нефтей.	2	2	2	8
Тема 8. Реологические измерения как метод изучения фазовых диаграмм и коллоидных структур в многокомпонентных нефтегазовых средах.	2	2	2	8
<b>Итого:</b>	16	16	16	60

**Таблица 5. - Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм текущего контроля**

Перечень компетенций	Виды занятий								Формы текущего контроля
	Л	ЛР	ПР	РГР	р	к/р	э	СР	
ОПК-6	+	+	+			+		+	Проверка конспекта лекции, опрос, контрольная

									работа, выполнение и защита лабораторных и практических работ.
ОПК-7	+	+	+			+		+	Проверка конспекта лекции, опрос, выполнение и защита лабораторных и практических работ.

**Таблица 6. - Перечень лабораторных работ**

№ п/п	Темы лабораторных работ	Количество часов		
		Очная	Очно-заочная	Заочная
1	«Определение коэффициента динамической вязкости»	6		
2	«Исследование реологических характеристик ротационным вискозиметром»	8		
3	Защита ЛР	2		
	<b>Итого</b>	<b>16</b>		

**Таблица 7. - Перечень практических работ**

№ п/п	Темы практических работ	Количество часов		
		Очная	Очно-заочная	Заочная
1.	Вязкость газов.	2		
2.	Расчет вязкости реальных газов.	2		
3.	Расчет вязкости газовых смесей.	2		
4.	Расчет вязкости жидкостей	2		
5.	Расчет вязкости жидких смесей	4		
6.	Расчет вязкости коллоидных растворов.	2		
7.	Расчет вязкости нефтей	2		
	<b>Итого:</b>	<b>16</b>		

**5. Перечень примерных тем курсовой работы /проекта -не предусмотрено**

**6. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля):**

1. Презентационные материалы;
2. Методические указания к выполнению лабораторных работ;
3. Методические указания к выполнению практических работ;
4. Методические указания к самостоятельным работам студентов.
5. Методические указания для выполнения контрольной работы.

**7. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования и процедуры оценивания.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы.**

### **Основная литература:**

1. Берестова, Г. И. Химия нефти и газа : учеб. пособие для вузов. В 2 ч. Ч. 2. Методы переработки и исследования нефти и газа / Г. И. Берестова, И. Н. Коновалова; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2014. - 143 с. : ил. - Имеется электрон. аналог 2014 г. - Библиогр.: с. 142-143. - ISBN 978-5-86185-743-6. - ISBN 978-5-86185-743-7 (ч.2) : 355-65.35.514 - Б 48 (100 экземпляров)

2. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник для вузов / Ю. Г. Фролов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Химия, 1989. - 464 с. : ил. - ISBN 5-7245-0244-5 : 46-80 ; 20-76.24.5 - Ф 91(90 экземпляров)

3. Коновалова, И. Н. Поверхностные явления, адсорбция : учеб. пособие по курсу "Физическая и коллоидная химия" / И. Н. Коновалова; Ком. РФ по рыболовству, МГТУ. - Мурманск : Изд-во МГТУ, 1996. - 60 с. : ил. - ISBN 5-86185-068-2 : 4600-00.24.5 - К 64 (54 экземпляра)

4. Дякина, Т. А. Специальные вопросы химии : учеб. пособие / Т. А. Дякина, К. В. Зотова, И. Н. Коновалова; Федер. агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2010. - 147 с. : ил. - Имеется электрон. аналог 2010 г. - Библиогр.: с. 145-147. - ISBN 978-5-86185-567-9 : 486-65.24 - Д 99 (91 экземпляр)

### *Дополнительная литература:*

5. Деркач, С. Р. Курс химии. Научные и прикладные аспекты теории нефтяных дисперсных систем : учеб. пособие по курсу "Химия" для студентов, обучающихся по направлению подгот. 21.03.01 "Нефтегазовое дело", специальности 21.05.05 "Физические процессы горного и нефтегазового производства" / С. Р. Деркач, Р. З. Сафиева, К. В. Реут; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2016. - 123 с. - Имеется электрон. аналог 2016 г. - Библиогр.: с. 122-123. - ISBN 978-5-86185-897-7 : 170-64.24.5 - Д 36 (32 экземпляра)

6. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. - 6-е изд. - Москва : Юрайт, 2012. - 443, [1] с. : ил.- Библиогр.: с. 433. - ISBN 978-5-9916-1619-5 : 315-48.24.5 - Щ 95 (30 экземпляров)

7. Практикум и задачник по коллоидной химии : поверхностные явления и дисперсные системы : учеб. пособие для вузов / [В. В. Назаров и др.] ; под ред. В. В. Назарова, А. С. Гродского. - Москва : Академкнига, 2007. - 372 с. : ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 369. - ISBN 978-5-94628-267-3 : 345-97.24.5 - П 69 (30 экземпляров)

### **9. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1. ГОСТ 33768-2015 Метод определения кинематической вязкости и расчет динамической вязкости прозрачных и непрозрачных жидкостей

2. ГОСТ 25371-2018 Нефтепродукты. Расчет индекса вязкости по кинематической вязкости

3. ГОСТ 33-2016 Нефть и нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической и динамической вязкости

### **10. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, реквизиты подтверждающего документа.**

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.2008)

2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.07.2009)



3. Офисный пакет Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, лицензия № 47233444 от 30.07.2010 (договор 32/285 от 27.07. 2010)

## 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 8. - Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

№ п./п.	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	<p><b>251 Н</b> Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации г. Мурманск, ул. Спортивная, д.11 (корпус «Н»)</p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– учебные столы –29 шт.;</li> <li>– доска аудиторная– 1 шт.;</li> <li>– мультимедиа - проектор Toshiba XC2000 – 1 шт.;</li> <li>– ноутбук HP ProBook 4540s – 1 шт.</li> <li>– экран с электроприводом Digis Electra формат 1:1 (220*220) – 1 шт.;</li> </ul> <p>Посадочных мест– 58.</p>
2.	<p><b>255 Н</b> Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации г. Мурманск, ул. Спортивная, д.11 (корпус «Н»)</p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– учебные столы –19 шт.;</li> <li>– доска аудиторная– 1 шт.;</li> <li>– мультимедиа - проектор Toshiba XC2000 – 1 шт.;</li> <li>– Ноутбук Aquarius Cmp NE405– 1шт.;</li> <li>– экраннаштативеProjectaProView 180x180 –1шт.;</li> </ul> <p>Посадочных мест– 38.</p>
3	<p><b>256 Н</b> Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – Лаборатория буровых и тампонажных растворов г. Мурманск, ул. Спортивная, д.11 (корпус «Н»)</p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– лабораторные столы – 9 шт.;</li> <li>– доска аудиторная – 1 шт.;</li> <li>– весы ВТ-3000 – 1шт.;</li> <li>– фильтр-пресс высокого давления и температуры – 1шт.;</li> <li>– фильтр-пресс полной площади настольный с модулем давления CO2 – 1шт.;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– вискозиметр прямого считывания модель 800 – 1 шт.;</li> <li>– весы портативные SPU 123 – 1 шт.;</li> <li>– набор для калибровки вискозиметра модели 800 – 1 шт.;</li> <li>– миксер СЖН-3 «Воронеж-электро» – 1 шт.;</li> <li>– термостат TW 2.03 – 1 шт.;</li> <li>– пластина (метод Вильгельма) – 1 шт.;</li> <li>– термостакан 230В – 1 шт.;</li> <li>– резистивиметр лабораторный РМ-1 – 1 шт.;</li> <li>– полуавтоматический тензиометр Tensi-oCAD – 1 шт.;</li> <li>– прибор для определения прихватаопасности – 1 шт.;</li> <li>– прибор для измерения коэффициента трения корки КТК-2,01 – 1 шт.;</li> <li>– РН-метр рН-1014 для жидкостей цифровой – 1 шт.;</li> <li>– вытяжной шкаф- 1 шт.;</li> <li>– аквадистиллятор ДЭ-4(с полным комплектом ЗИПа) – 1 шт.;</li> <li>– воронка Марша – 3 шт.;</li> <li>– ретортный набор – 1 шт.;</li> <li>– набор митилена синего для испытаний – 1 шт.;</li> <li>– набор для определения содержания песка – 1 шт.;</li> <li>– мешалка для растворов - 2 шт.;</li> <li>– водяная баня – 1 шт.;</li> </ul> <p>Посадочных мест – 12.</p>
4	<b>242Н</b> Специальное помещение для самостоятельной работы обучающихся кафедры МНГД г. Мурманск, ул. Спортивная, д.11 (корпус «Н»)	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, оснащено компьютерной техникой:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– учебные столы – 8 шт.;</li> <li>– доска аудиторная – 1 шт.;</li> <li>– ПК DEPO Neos 230с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду университета – 7 шт.;</li> </ul> <p>Посадочных мест – 16.</p>
5	<b>413 В</b> Специальное помещение для самостоятельной работы обучающихся Института арктических технологий г. Мурманск, пр-т Кирова, 2 (корпус «В»)	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, оснащено компьютерной техникой:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проектор Epson EB-W39 – 1 шт.;</li> <li>– интерактивная доска SmartBoard M600 –</li> </ul>

		1 шт.; – компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета: – персональные компьютеры Asus i3-7100/DeepCoolTheta20 PWM – 9 шт.; – учебные столы – 5 шт.;  Посадочных мест – 9.
6	<b>111Н</b> Специальное помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования г. Мурманск, ул. Спортивная, д.11 (корпус «Н»)	Специальное помещение оснащено специализированной мебелью

**Таблица 9. - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация – «зачет» и «зачет с оценкой») для очной формы обучения**

№ п/п	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
Текущий контроль				
1.	Посещение лекций №1-№8	16	24	По расписанию
Посещение 1 лекции 3 балла, успешное формирование вопроса по теме, представляющего интерес для группы 4 балла. Опоздание на занятие 2 балла, пропуск занятия (-2) балла.				
2.	Выполнение лабораторных работ (8 работ)	24	32	По расписанию
Выполнение одной лабораторной работы в срок-4 балла, не в срок-3 балла.				
3.	Выполнение практических работ (8 практ.)	16	24	По расписанию
Выполнение одной практической работы в срок-3 балла, не в срок-2 балла.				
4.	Выполнение КР	4	20	По расписанию
Выполнение контрольной работы в срок 10 баллов. Выполнение контрольной работы на 51% - 4 балла, на 75% - 12 баллов, на 100% - 200 баллов. Сдача не в срок снижение на 3 балла. Для допуска к зачету обязательно сдача контрольной работы				
	<b>Итого:</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	
Промежуточная аттестация - зачет				
	<b>Зачёт</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	Зачётная неделя