

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИАТ
Федорова О.А.

_____ Подпись
« _____ » _____ 20 _____ год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина Б1.О.43 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 «Физические процессы нефтегазового производства»
наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы

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

Кафедра-разработчик Кафедра морского нефтегазового дела и физики
наименование кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск
2021

Лист согласования

1. Разработчик(и)

Д.т.н., доцент кафедры морского нефтегазового дела и физики Васёха М.В.
должность кафедра подпись Ф.И.О.

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

морского нефтегазового дела и физики
наименование кафедры

_____ дата

протокол № _____

подпись

Васёха М.В.
Ф.И.О. заведующего кафедры – разработчика

Лист изменений и дополнений, вносимых в РП

к рабочей программе по дисциплине «Молекулярные механизмы вязкости жидкости и газов», входящей в состав ОПОП по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, специализации «Физические процессы нефтегазового производства» 2021 года начала подготовки

Таблица 1 Изменения и дополнения

№ п/п	Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части	Содержание дополнения или изменения	Основание для внесения дополнения или изменения	Дата внесения дополнения или изменения
Изменений и дополнений нет				

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.О.43	Молекулярные механизмы вязкости жидкости и газов	<p>Цель дисциплины: 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 Физические процессы нефтегазового производства</p> <p>Задача 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.</p> <p><u>В результате изучения дисциплины обучающийся должен:</u></p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - особенности взаимодействия молекул и надмолекулярных комплексов в нефтяных и газовых средах; - законы, описывающие влияние внешних параметров (температура, давление, скорость) на реологические характеристики одно- и многокомпонентных жидкостей и газов; - особенности реологических параметров дисперсных углеводородных сред. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - производить численные расчеты реологических параметров по изученным теоретическим моделям молекулярных механизмов вязкого течения. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками определения молекулярного и коллоидного строения конкретных нефтегазовых сред по результатам лабораторных реологических измерений; <p><u>Содержание разделов дисциплины</u></p> <p>Реализуемые компетенции: ОПК-3; ОПК-15</p> <p>Формы промежуточной аттестации Семестр 7 – зачет.</p>

Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, утвержденного Министерством образования и науки РФ 12.08.2020 года, № 981, учебного плана в составе ОПОП по специальности 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, специализации Физические процессы нефтегазового производства, 2021 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 Физические процессы нефтегазового производства.

Задачи: 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. 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	Индикаторы сформированности компетенций
1	ОПК-3. Способен применять методы фундаментальных и прикладных наук при оценке экологически безопасного состояния окружающей среды при добыче и переработке полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов	Компетенция реализуется в части способности выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного экологически безопасного производства работ по переработке и обо-	ИОПК-3.1 Знать: - экологические основы производства и добычи минеральных ресурсов; - основы технологии добычи нефти и газа; - методики и приемы выбора и расчета основных технологических параметров; - принципы проектирования технологических схем и условия выбора технологического оборудования. ИОПК-3.2 Уметь: - производить оценку экономического эффекта и экологического ущерба от деятельности производства; - находить и обосновывать опти-

		гашению	<p>мальные режимы ведения технологического процесса. ИОПК-3.3 Владеть: - методами определения потребности и анализа эффективности использования производственных ресурсов; - расчетами эффективности инженерных решений; - способностью выбирать и рассчитывать основные технологические параметры эффективного экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению.</p>
2	ОПК-15. Способен осуществлять техническое руководство технологическими лабораториями на горных или нефтегазодобывающих производствах с целью контроля параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных сооружений	Компетенция реализуется в части ИОПК-15.1	<p>ИОПК-15.1 Знать: современные методы физико-химического анализа, анализа информации, правила работы с научной, научно-методической и аналитической литературой, правила цитирования. ИОПК-15.2 Уметь: планировать и организовывать работу аналитических лабораторий разного направления. ИОПК-15.3 Уметь: оценивать сходимость результатов экспериментов, получаемых по различным методикам, составлять аналитические записки, сортировать информацию по степени значения. ИОПК-15.4 Владеть: навыками работы на ЭВМ, навыками работы с литературой на бумажном и электронном носителях.</p>

4. Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

Таблица 3 - Распределение учебного времени дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 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	96			96								
Подготовка к промежуточной аттестации	-											
Всего часов по дисциплине	144			144								

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	-			-								
Зачет/зачет оценкой	+/-			+/-								
Курсовая работа (проект)	-			-								
Количество расчетно-графических работ												
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	12
Тема 2. Исторический обзор исследований вязкости	2	2	2	12
Тема 3. Конструкция и применение вискозиметров	2	2	2	12
Тема 4. Статистическая теория вязкости идеальных газов	2	2	2	12
Тема 5. Молекулярные механизмы вязкости жидкостей.	2	2	2	12

Тема 6. Дилатансия; электровязкостный эффект	2	2	2	12
Тема 7. Аномалии вязкости тяжелых структурированных нефтей.	2	2	2	12
Тема 8. Реологические измерения как метод изучения фазовых диаграмм и коллоидных структур в многокомпонентных нефтегазовых средах.	2	2	2	12
Итого:	16	16	16	96

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-3	+	+	+			+		+	Проверка конспекта лекции, опрос, контрольная работа, выполнение и защита лабораторных и практических работ.
ОПК-15	+	+	+			+		+	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 лабораторных работ	2		
	Итого:	16		

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		
	Итого:	16		

5. Перечень примерных тем курсовой работы /проекта

Выполнение 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;
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 экземпляра)

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.	251 Н 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»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории: – учебные столы – 29 шт.; – доска аудиторная – 1 шт.; – мультимедиа - проектор Toshiba XC2000 – 1 шт.; – ноутбук HP ProBook 4540s – 1 шт. – экран с электроприводом Digis Electra формат 1:1 (220*220) – 1 шт.; Посадочных мест – 58.
2.	255 Н 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»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории: – учебные столы – 19 шт.; – доска аудиторная – 1 шт.; – мультимедиа - проектор Toshiba XC2000 – 1 шт.; – Ноутбук Aquarius Cmp NE405 – 1 шт.; – экраннаштативеProjectaProView 180x180 – 1 шт.; Посадочных мест – 38.

3	<p>256 Н 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"> – лабораторные столы – 9 шт.; – доска аудиторная – 1 шт.; – весы ВТ-3000 – 1шт.; – фильтр-пресс высокого давления и температуры – 1шт.; – фильтр-пресс полной площади настольный с модулем давления CO₂ – 1шт.; – вискозиметр прямого считывания модель 800 – 1шт.; – весы портативные SPU 123 – 1шт.; – набор для калибровки вискозиметра модели 800 –1 шт.; – миксер СжН-3 «Воронеж-электро» – 1шт.; – термостат ТW 2.03 – 1 шт.; – пластина (метод Вильгельма) –1шт.; – термостакан 230В – 1 шт.; – резистивиметр лабораторный РМ-1 –1 шт.; – полуавтоматический тензиометр Tensi-oCAD – 1 шт.; – прибор для определения прихватопасности – 1 шт.; – прибор для измерения коэффициента трения корки КТК-2,01 – 1шт.; – рН-метр рН-1014 для жидкостей цифровой –1 шт.; – вытяжной шкаф- 1шт.; – аквадистиллятор ДЭ-4(с полным комплектом ЗИПа) – 1 шт.; – воронка Марша – 3 шт.; – ретортный набор – 1 шт.; – набор митилена синего для испытаний – 1 шт.; – набор для определения содержания песка – 1 шт.; – мешалка для растворов - 2 шт.; – водяная баня –1 шт.; <p>Посадочных мест – 12.</p>
4	<p>242Н Специальное помещение для самостоятельной работы обучающихся кафедры МНГД г. Мурманск, ул. Спортивная, д.11 (корпус «Н»)</p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, оснащено компьютерной техникой:</p> <ul style="list-style-type: none"> – учебные столы – 8 шт.; – доска аудиторная– 1 шт.; – ПК DEPO Neos 230с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспече-

		ния доступа в электронную информационно-образовательную среду университета– 7 шт.; Посадочных мест– 16.
5	413 В Специальное помещение для самостоятельной работы обучающихся Института арктических технологий г. Мурманск, пр-т Кирова,2 (корпус «В»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, оснащено компьютерной техникой: – проектор EpsonEB-W39 – 1 шт.; – интерактивная доска SmartBoardM600 – 1 шт.; – компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета: – персональные компьютеры Asusi3-7100/DeepCoolTheta20 PWM – 9 шт.; – учебные столы – 5 шт.; Посадочных мест – 9.
6	111Н 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»)

№ 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				
	Итого:	60	100	
Промежуточная аттестация - зачет				
	Зачет	60	100	Зачётная неделя