

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.37 Гидроаэромеханика в бурении на суше и на море  
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 (модулю) «Гидроаэромеханика в бурении на суше и на море», 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

<b>№ п/п</b>	<b>Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части</b>	<b>Содержание дополнения или изменения</b>	<b>Основание для внесения дополнения или изменения</b>	<b>Дата внесения дополнения или изменения</b>
1.	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.37	Гидро-аэромеханика в бурении на суше и на море	<p><b>Цель дисциплины:</b> 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/<u>специальности</u> 21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства, специализации Физические процессы нефтегазового производства</p> <p><b>Задачи дисциплины:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование комплекса знаний по законам гидроаэромеханики в процессах бурения</li> <li>- обзор современных практических и теоретических расчетов в области строительства нефтегазовых скважин с применением промысловых жидкостей (как широко используемых, так и со сложными реологическими свойствами) и их взаимодействие с горными породами.</li> </ul> <p><b>В результате изучения дисциплины обучающийся должен:</b></p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- элементы циркуляционной системы скважины;</li> <li>- принципы построения математических моделей движения флюидов в циркуляционной системе скважины;</li> <li>- основные законы движения как ньютоновских флюидов, так и неньютоновских флюидов в элементах циркуляционной системы, а также их фильтрацию в поглощающий пласт;</li> <li>- режимы течения жидкостей различной реологии в трубах и кольцевых пространствах циркуляционной системы;</li> <li>- способы управления скважиной (глушения) на суше и на море при газодонефтепроявлениях (ГНВП);</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- задать стационарную и нестационарную задачу движения неньютоновских флюидов для различных технологических операций при бурении;</li> <li>- применять на практике способы получения реологических кривых на ротационных вискозиметрах и их аппроксимации с использованием компьютерных программ,</li> <li>- вычислять потери давления в элементах циркуляционной системы скважины;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками применения основных компьютерных технологий и программных средств, которые используются при решении задач профессиональной деятельности.</li> <li>- техническими и программными средствами защиты информации при работе с ПК.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>- методами измерения и анализа физических свойств флюидов (плотность однофазных и двухфазных флюидов, концентрации двухфазных флюидов);</li><li>- навыками работы с лабораторным оборудованием.</li></ul> <p><b>Реализуемые компетенции:</b> ОПК-9, ПК-4.</p> <p><b>Формы промежуточной аттестации:</b> Семестр 6 – экзамен.</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, № 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** «Гидроаэромеханика в бурении на суше и на море» 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:

Изучить:

- назначение и классификацию промывочных и тампонажных жидкостей, их свойства, функции, состав и параметры;
- способы регулирования свойств;
- принцип действия приборов для измерения их параметров;
- химические реагенты и их назначение;
- технологию и оборудование для приготовления и очистки буровых растворов
- виды цементов и химреагенты для регулирования свойств ТР

### 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», специализации «Физические процессы нефтегазового производства».

Таблица 2. - Результаты обучения

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1.	ОПК-9. Способен применять основные принципы технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов	Компоненты компетенции соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется частично	<b>ИОПК-9.1</b> Знать: основные принципы технологий строительства и эксплуатации горных предприятий или подземных объектов. <b>ИОПК-9.2</b> Уметь: выбирать технологические системы эксплуатационной разведки, добычи и переработки твердых полезных ископаемых, анализировать горногеологические условия при строительстве и эксплуатации горного предприятия или подземного объекта.

			<b>ИОПК-9.3</b> Владеть: навыками выбора наиболее рациональных технологий строительства и эксплуатации горных предприятий или подземных объектов.
2.	ПК-4. Способен осуществлять технологический контроль и управление процессом бурения скважин на месторождениях	Компетенция реализуется полностью	<b>ИПК-4.1.</b> Знает: - принципы осуществления контроля, управления и выполнения работ по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации бурового нефтегазового оборудования. <b>ИПК-4.2.</b> Имеет: - навыки управления процессом геонавигационного сопровождения бурения нефтяных и газовых скважин контроля работ при бурении скважин на месторождениях, а также навыки обеспечения и контроля технологии добычи нефти, газа и газового конденсата.

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

Таблица 3 - Распределение учебного времени дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единиц, **144** часа.

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения	
	Очная	
	Семестр	Всего часов
	6	
Аудиторные часы		
Лекции	22	22
Практические работы	28	28
Лабораторные работы	-	-
Часы на самостоятельную и контактную работу		
Выполнение, консультирование, защита курсовой работы (проекта)		
Прочая самостоятельная и контактная работа	58	58
Подготовка к промежуточной аттестации	36	36

Всего часов по дисциплине	144	144
Формы промежуточной аттестации и текущего контроля		
Экзамен	+	+
Зачет/зачет с оценкой	-	-
Курсовая работа (проект)		
Количество расчетно-графических работ	1	1
Количество контрольных работ		
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 положения. Двухградиентные технологии бурения морских глубоководных скважин.	4	-	2	6
Тема 2 Циркуляционная система. Структурные схемы циркуляционных систем, применяемых в морском бурении и бурении на суше. Различие циркуляционных систем. Способы получения реологических параметров буровых растворов и их реологических моделей	4	-	4	8
Тема 3. Компьютерные модели расчета гидравлических потерь в циркуляционной системе: - уравнение Дарси-Вейсбаха, реологические модели буровых растворов: модель Ньютона, Оствальда-де Ваале, Шведова-Бингама и Прандля, - геолого-физическая информация по разрезу для составления программы промывки скважины, - очистка забоя от шлама.	4	-	4	8
Тема 4. Модели математических расчетов при нестандартных ситуациях процесса бурения	2	-	2	6
Тема 5. Способы глушения скважин при ГНВП Расчет необходимой плотности бурового раствора для глушения скважины при ГНВП	2	-	4	6
Тема 6. Математические модели расчета давления прокачки.	2	-	4	8

Методики расчета кольматации пористого пласта.				
Тема 7. Математические модели процесса поглощения буровой жидкости. Частичное и полное поглощение.	2	-	4	8
Тема 8. Метод последовательных приближений при расчете теплоотдачи тепла в ММП	2	-	4	8
<b>Итого:</b>	<b>22</b>	<b>-</b>	<b>28</b>	<b>58</b>

**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	КР	э	СР	
ОПК-9	+	-	+	+	-	-	-	+	Проверка конспекта лекции, опрос, выполнение практических работ, расчетно-графической работы
ПК-4	+	-	+	+	-	-	-	+	Проверка конспекта лекции, опрос, выполнение практических работ, расчетно-графической работы

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПР – практические работы, РГР – расчетно-графическая работа, р – реферат, КР – курсовая работа, э - эссе, СР – самостоятельная работа

**Таблица 6. - Перечень лабораторных работ**

№ п\п	Темы лабораторных работ	Количество часов		
		Очная	Очно-заочная	Заочная
	Не предусмотрено учебным планом			

**Таблица 7. - Перечень практических работ**

№ п\п	Темы практических работ	Количество часов
		Очная
1.	Обработка данных полученных по вискозиметру	2
2.	Сопоставление реологических параметров воды и бурового раствора и их реологических моделей	2
3.	Расчет и построение градиентов пластового давления и давления гидроразрыва.	4
4.	Расчет гидравлических потерь давления в циркуляционной системе и давления прокачек	4
5.	Гидравлическая программа промывки скважин Фея Гидравлическая программа промывки скважин Магда	4
6.	Расчет плотности бурового раствора для глушения скважины при ГНВП.	4
7.	Расчет объема потерь бурового раствора при поглощении.	4

	Расчет радиуса кольматации продуктивного пласта.	
8.	Модели расчета радиуса растепления ММП при бурении.	4
	<b>Итого:</b>	<b>28</b>

## 5. Перечень примерных тем курсовой работы /проекта

Выполнение курсовой работы/проекта не предусмотрено.

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

1. Методические указания к практическим работам.
2. Методические указания к выполнению расчетно-графической работы.
3. Методические указания к самостоятельной работе.

## 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. Муфазалов, Р. Ш. Гидромеханика добычи нефти : учеб. пособие для вузов / Р. Ш. Муфазалов. - Москва : Гор. кн., 2005. - 322, [1] с. - (Высшее горно-нефтяное образование). - ISBN 5-98672-010-5 : 315-00. (50 экземпляров).

2. Булатов, А. И. Гидромеханика углубления и цементирования скважин / А. И. Булатов, Г. Г. Габузов, П. П. Макаренко. - Москва : Недра, 1999. - 438 с. : ил. - ISBN 5-247-03811-8 : 25-00.33 - Б 90 (8 экземпляров)

### *Дополнительная литература:*

3. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин [Электронный ресурс] : метод. указания по орг. и проведению самостоят. работы студентов напр. 553600 "Нефтегазовое дело" по дисциплинам бурового профиля: "Буровые комплексы", "Теория разрушения горных пород при бурении скважин", "Бурение нефтяных и газовых скважин", "Гидроаэромеханика в бурении", "Математические модели при бурении скважин" / Гос. ком. Рос. Федерации по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т, Каф. механики сплош. сред и мор. нефтегазового дела ; сост. В. В. Штрассер. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 443 Кб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2004. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. - Загл. с экрана. [http://elilib.mstu.edu.ru/2004/M\\_04\\_52.pdf](http://elilib.mstu.edu.ru/2004/M_04_52.pdf)

4. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине "Оборудование для промывки и крепления скважин" [Электронный ресурс] : для студентов специальности 130401.65 "Физ. процессы нефтегазового пр-ва" оч. формы обучения / Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т, Каф. механики сплош. сред и мор. нефтегазового дела ; сост. Г. В. Мохов. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 247 Кб). - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2009. - Доступ из локальной сети Мурман. гос. техн. ун-та. - Загл. с экрана - [http://elilib.mstu.edu.ru/2009/M\\_09\\_88.pdf](http://elilib.mstu.edu.ru/2009/M_09_88.pdf)

## 9. Перечень информационных технологий и лицензионного программного обеспечения, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

1. Операционная система Microsoft Windows 7. Программные продукты Microsoft (подписка на образовательные лицензии, сетевые версии), участие в академической программе Microsoft Azure Dev Tools for Teaching. Идентификаторы подписок (Azure Dev Tools for

Teaching Subscription ID): Институт арктических технологий – ICM-167652, счет-фактура №ИМ22116 от 12.11.2018, счет №9552401799 от 10.12.2018

2. Офисный пакет MicrosoftOffice 2007 RussianAcademicOPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.07.2009)

3. Офисный пакет MicrosoftOffice 2010 RussianAcademicOPEN, лицензия № 47233444 от 30.07.2010 (договор 32/285 от 27.07. 2010)

4. Wolfram Mathematica Professional (Network Server, Network Increment) 8.x/9.x (сетевая версия), номер лицензии L3477-6735 от 20.11.2012 г. (договор 26/32/277 от 15.11.2012 г.)

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

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

	<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
1.	<b>253 Н</b> Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), 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 –15 шт.; – доска аудиторная– 1 шт.; – мультимедиа - проектор EpsonEB-X14G – 1 шт.; – ноутбук HPProBook4540s – 1шт.; – экраннаштативе Projecta ProView 180x180– 1шт.; Посадочных мест– 30.
2.	<b>249 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»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории: учебные столы – 14 шт.; – доска аудиторная– 1 шт.; – мультимедиа – проектор EpsonEB-X14G3000Lm – 1 шт.; – ноутбук AquariusCmpNE 405 – 1шт.; – экран с электроприводом Digis Electra формат 1:1 (220*220) – 1 шт.; Посадочных мест– 28.
3	<b>240Н</b> Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, для практических и лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – Компьютерный класс г. Мурманск, ул. Спортивная, д.11 (корпус «Н»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории: – компьютерные столы –8 шт.; – компьютерыDEPO Neos 230–8 шт.; – доска аудиторная– 1 шт.; – интерактивная система ActivBoard 595 Pro Mount с короткофокусным проектором DLP PRM 35 Посадочных мест –8.

4	<b>242Н</b> Специальное помещение для самостоятельной работы обучающихся кафедры МНГД г. Мурманск, ул. Спортивная, д.11 (корпус «Н»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, оснащено компьютерной техникой: – учебные столы – 8 шт.; – доска аудиторная– 1 шт.; – ПК DEPO Neos 230с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду университета– 7 шт.; Посадочных мест– 16.
5	<b>413 В</b> 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	<b>111Н</b> Специальное помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования г. Мурманск, ул. Спортивная, д.11 (корпус «Н»)	Оснащено специализированной мебелью

**Таблица 9. - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация – «экзамен»)**

№ п/п	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
<b>Текущий контроль</b>				
1.	Посещение лекций	14	20	По расписанию
	Нет посещений – 0 баллов, каждая лекция – 1 балл			
2.	Выполнение практических работ (8 практ.)	16	24	По расписанию
	Каждая практическая работа/индивидуальное задание в срок – 3 балла, не в срок – 2 балла.			
3.	Выполнение и защита РГР	30	36	По расписанию
	Выполнение, сдача в срок и защита на «отлично» - 36 баллов, «хорошо» - 33 балла, «удовлетворительно» - 33 балла			
	<b>ИТОГО за работу в семестре</b>	<b>min - 60</b>	<b>max - 80</b>	
<b>Промежуточная аттестация «экзамен»</b>				
<b>Экзамен</b>		<b>10</b>	<b>20</b>	

Оценка «5» - 20 баллов, Оценка «4» - 15 баллов, Оценка «3» - 10 баллов			
<b>ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>min – 70</b>	<b>max - 100</b>	