

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"

Кафедра МНГД

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению самостоятельных работ по курсу: «Инженерные расчеты при бурении морских скважин в условиях Арктики»

*для обучающихся по направлению 21.03.01 Нефтегазовое дело  
Очной и заочной формы обучения*

Мурманск  
2019

Составители – **Коротаев Борис Александрович**, доцент кафедры механики сплошной среды и морского нефтегазового дела.

Методические указания к самостоятельной работе рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика 03.10.2007 г., протокол №1.

Рецензент – **Мотылева Т.А** доцент кафедры МСС и МНГД Мурманского государственного технического университета

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

1. Общие организационно-методические указания.....	4
2. Тематический план.....	6
3. Список рекомендуемой литературы.....	8
4. Содержание программы и методические указания к изучению тем дисциплины	9

## 1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**Цель курса** состоит в том, чтобы подготовить бакалавров в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста по специальности «Нефтегазовое дело»

**Задача дисциплины** – дать студентам знания о взаимосвязи горных пород со стенками обсадных колонн. О характеристиках горных пород и их изменения в процессе строительства скважины.

В результате освоения программы дисциплины «Инженерные расчеты в морском бурении скважин на нефть и газ» специалист должен

**знать:**

- климатические условия работы в морских условиях;
- нагрузки, действующие на ПБУ;
- допустимые операции на буровой в зависимости от погодных условий;
- методики прочностных расчетов;
- о вторичном сжатии ММП;
- механизмы смятия ОК;
- методики расчета растепления ММП.

**уметь:**

- рассчитывать нагрузки, действующие на БК по ИРБК;
- рассчитывать нагрузки, действующие на ОК по ИРОК;
- оценивать радиус растепления ММП.
- рассчитывать смятия ОК в пластичных глинах и солях.

Как профессиональная учебная дисциплина, «Инженерные расчеты в морском бурении скважин на нефть и газ» базируются на знаниях, полученных при изучении таких дисциплин, как «Геология», «Бурение нефтяных и газовых скважин».

Для обеспечения лучшего усвоения положений дисциплины, а также в целях получения глубоких знаний изучать курс студентам целесообразно, опираясь на материалы ранее изученных дисциплин.

Для изучения дисциплины студентам необходимо иметь учебную литературу и методические указания.

Учебным планом по указанной дисциплине предусматриваются лекции, консультации, практические занятия. По данной дисциплине сдается зачет.

Изучать материал дисциплины «Инженерные расчеты при бурении морских скважин в условиях Арктики» следует в соответствии с тематическим планом.

## 2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ темы п/п	Наименование тем и содержание самостоятельной работы	Кол-во часов
1	2	3
1	Введение. Нормативные документы, связанные с акваторией	3
2	Ветровые, ледовые и нагрузки от волн и течений	6
3	Прочностные расчеты БК по ИРБК и ОК по ИРОК.	4
4	Постановка задачи расчета прочности БК по Сарояну и его решение.	6
5	Смятие ОК в ММП от вторичного смерзания.	7
6	Растепление ММП и оценка его радиуса при бурении	6
7	Растепление от теплопередачи через ОК и ЦК при добыче нефти.	6
8	Принудительный спуск инструмента в скважину.	3
9	Методы изучения разрезов скважин в процессе бурения	4
<b>Итого:</b>		<b>45</b>

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Список литературы.

1. Балицкий П. Б. Устойчивость бурильной колонны при бурении вертикальных нефтяных и газовых скважин забойными двигателями. - М.: ГАНГ им. И.М. Губкина, 1996. 52 с.
2. Григулецкий В. Г. Оптимальное управление при бурении скважин. - М.: Недра, 1988. 227 с.
3. Инструкция по расчету колонн для бурения нефтегазовых скважин / В.М. Валов, К.И. Джафаров, О.Д. Даниленко и др. - М.: Госгортехнадзор России, № 10, - 13/298 от 11.06 1997. 156 с.
4. Котов А.А., Коротаев Б.А. Расчет бурильной колонны для бурения на акватории. / Известия ВУЗ. Арктический регион. 2017, № 1. С. 112 - 119. – Мурманск, МГТУ, 2017.
5. Папуша А. Н. Проектирование морской бурильной колонны и райзера: расчет на прочность, изгиб и устойчивость морской бурильной колонны и райзера. - Москва-Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2011. 510 с.
6. Сароян А. Е. Бурильные колонны в глубоком бурении. - М.: Недра, 1980. 232 с.
7. Сароян А. Е. Проектирование бурильных колонн. - М.: Недра, 1971. 182 с. *Очень громоздкое, практически нереализуемое математическое решение через функции Бесселя.*
8. Сароян А. Е. Теория и практика работы бурильной колонны. - М.: Недра, 1990. 263 с.
9. Шенкс Ф. Э. Оборудование для бурения в глубоководных районах с сильным течением. - Нефть, газ и нефтехимия за рубежом, 1983 № 7. с. 16 – 20; № 8, с. 13 - 18.
10. Дарков, А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика / А.В. Дарков, Н.Н. Шапошников. - СПб: «Лань», 2010. – 656 с.

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

*«Инженерные расчеты при бурении морских скважин в условиях Арктики»*

### Тема 1. Нормативные документы, связанные с акваторией

- 1.1. ИРОК, ИРБК -97
- 1.2. Норвежские и Японские стандарты параметров ветра и волн.
- 1.3. Погодные условия на проведение операций на буровой.

**Изучив данную тему, студент должен**

**знать:**

- расчеты на прочность БК по ИРБК при бурении на акватории.
- расчеты прочности ОК по ИРОК при бурении на акватории.
- смятия ОК в ММП, пластичных глинах и солевых отложениях.

**уметь:**

- дать прогнозную оценку состояния БК и ОК в пределах допуска..

**Методические рекомендации:**

В зависимости от района работ строится ПБУ. Сход ПБУ с точки бурения может привести к слому инструмента или смятию обсадных колонн при осложнении.

**Вопросы для самопроверки:**

1. В чем смысл расчета по ИРОК?
2. В чем смысл расчета по ИРБК?
3. Перечислите виды операций при бурении на акватории?
4. Какой вид операции на буровой наиболее требователен к погодным условиям?

**Литература:** [1 ], [4 ], [5].

**Тема 2. Ветровые, ледовые и нагрузки от волн и течений.**

- 2.1. Ветровые нагрузки на ПБУ
- 2.2. Ледовые нагрузки и выпахивание дна.
- 2.3. Нагрузки от волн и течений

**Изучив данную тему, студент должен**

**знать:**

- методики расчета ветровых нагрузок на ПБУ,
- методики выпахивания и воздействия торосов;

**уметь:**

- рассчитывать ветро-волновые нагрузки на райзер и превентор;
- оценивать нагрузки от течений на ОК и превентор.

**Методические рекомендации:**

Перед постановкой ПБУ на точку бурения проводятся инженерно-геологические изыскания, изучаются погодные и ледовые условия.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Как рассчитывается нагрузка от ветра?
2. Как рассчитывается нагрузка от подводных течений?
3. Как рассчитывается ледовое выпахивание?

**Литература:** [1], [2], [4].

**Тема 3. Прочностные расчеты БК по ИРБК и ОК по ИРОК.**

- 3.1 расчет прочности БК по ИРБК-97
- 3.2 расчет прочности ОК по ИРОК-97
- 3.3 расчет допустимого схода с точки бурения

**Изучив данную тему, студент должен**

**знать:**

- раздел ИРБК-97 относительно расчета на акватории,
  - раздел ИРОК-97 относительно расчета на акватории;
- уметь:**
- рассчитывать нагрузки согласно нормативным документам.

**Методические рекомендации:**

При расчете по нормативным документам необходимо сопоставить с расчетом решения постановления Сарояна.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Что рассчитывается по ИРОК?
2. Что рассчитывается по ИРБК?
3. Какие параметры рассчитываются по решению постановления Сарояна?

**Литература:** [3], [4], [5].

**Тема 4. Постановка задачи расчета прочности БК по Сарояну и его решение**

- 4.1 Базовое уравнение и его решение в среде Mathematica.
- 4.2 Основные коды среды Mathematica.
- 4.3 Графические операторы

**Изучив данную тему, студент должен**

**знать:**

- математическую постановку задачи,
- оператор решения дифференциального уравнения.

**уметь:**

- работать в среде Mathematica.

**Методические рекомендации:**

Решение дифференциальных уравнений возможно в среде Mathematica. Расчетные параметры сопоставляются со справочными данными труб и обсадных колонн.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Вид дифференциального уравнения?
2. Решение дифференциальных уравнений в математических средах?

**Литература:** [2], [3], [4], [5].

### Тема 5. Смятие ОК в ММП от вторичного смерзания

- 5.1 Вторичное смерзание
- 5.2 Методики расчета давлений возникающих при вторичном смерзании
- 5.3 Смятие ОК в пластичных глинах и в массивных залежах солей.

#### Изучив данную тему, студент должен

##### знать:

- методики расчета давлений;
- минимальное давление разрыва и смятия;

##### уметь:

- уметь рассчитывать давления и сопоставлять их с паспортными данными ОК.

#### Методические рекомендации:

Смятия от вторичного смерзания предотвращают разными способами: за счет утолщения стенки ОК, сокращения времени бурения интервала ММП, создания воздушного зазора.

#### Вопросы для самопроверки:

1. Какой температуры БР применяют при вскрытии пород с ММП
2. Что устраняется первым - поглощение или проявление?
3. При глубине АВПД 467 м. можно ли в морских условиях закрывать превентор?
4. В каких случаях снижают начальное давление циркуляции от расчетного?

**Литература:** [1], [2], [3].

### Тема 6. Определение геолого-физических свойств шлама.

- 6.1 Методы определения пористости
- 6.2 Методы определения плотности
- 6.3 Методы определения проницаемости

#### Изучив данную тему, студент должен

##### знать:

- способы определения пористости,
- способы определения плотности и проницаемости,

##### уметь:

- пользоваться справочными данными с целью достоверности измерений.

#### Методические рекомендации:

Количество полевых измерений по зарубежным данным достаточно проводить три раза. СНИП рекомендует 6.

#### Вопросы для самопроверки:

1. Результаты определения плотности, по какому способу являются точными?
2. Какой метод определения плотности является приемлемым для практических целей?
3. Существует ли ГОСТ на определение плотности и пористости?
4. Оценка пластового давления по  $d_c$  является достоверной?
5. Что понимается под абсолютной проницаемостью?

**Литература:** [1], [4], [5], [7].

### Тема 7. Нештатные ситуации на скважине.

- 7.1 Проявления во время СПО



7.2 Оставление скважины по погодным условиям

3.3 Особенности бурения на акватории

**Изучив данную тему, студент должен**

**знать:**

- эффект поршневания (свабирования) при СПО,
- важность контроля долива при СПО ;

**уметь:**

- рассчитывать плотность промывочной жидкости в скважине при оставление скважины по погодным условиям.

**Методические рекомендации:**

Каждая ПБУ имеет свои ограничения по погодным условиям и при уходе с точки бурения в скважине оставляется буровой раствор плотностью уравновешивающий пластовое давление без учета глубины акватории.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Почему необходимо контролировать долив?
2. Какая операция при строительстве скважины требует спокойной погоды?
3. Через какое количество свечей осуществляется долив?
4. При АВПД какое флюидопроявление наиболее опасно?

**Литература:** [1], [2], [3].

**Тема 8. Принудительный спуск инструмента в скважину**

8.1 Технология спуска инструмента через универсальный превентор

8.2 Технология спуска инструмента через плащечный превентор

8.3 Расчет веса спускаемой компоновки противодействующей скважинному давлению

**Изучив данную тему, студент должен**

**знать:**

- технологию спуска инструмента через универсальный превентор,
- технологию спуска инструмента через плащечный превентор;

**уметь:**

- рассчитывать вес спускаемой компоновки противодействующей скважинному давлению

**Методические рекомендации:**

Подъем инструмента из скважины при АВПД осуществляется точно также как и спуск, но только в обратном порядке.

**Вопросы для самопроверки:**

1. В чем заключается разница между выбросом и фонтаном?
2. Можно ли на плашки превентора подвешивать инструмент?
3. Чем опасен грифон?

**Литература:** [1], [2], [3], [6],[7].

**Тема 9. Методы изучения разрезов скважин в процессе бурения.**

9.1 Метод продолжительности бурения.

9.2 Методы расчета давления по стволу скважины и на устье.

### 9.3 Расчет веса спускаемой компоновки с учетом акватории.

**Изучив данную тему, студент должен****знать:**

- технологию расчета давления под башмаком,
- технологию расчета макс давления на устье;

**уметь:**

- рассчитывать давление гидроразрыва по коэффициенту Пуассона.

**Методические рекомендации:**

Подъем инструмента из скважины при АВПД осуществляется точно также как и спуск, но только в обратном порядке. Давление от всплывающего флюида может превысить давление гидроразрыва.

**Вопросы для самопроверки:**

1. Чем грозит превышение скважинного давления над гидростатическим?
2. Как снизить макс давление на устье?
3. Что такое допустимая плотность бурового раствора?

**Литература:** [1], [2], [3], [6],[7].