

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

*Кафедра морского нефтегазового дела*

**Методические указания  
к самостоятельной работе студентов**

<b>Дисциплина</b>	<u>Б1.В.05 Технология бурения и освоения скважин</u> код и наименование дисциплины
<b>Направление подготовки/специальность</b>	<u>21.06.01 Геология, разведка и разработка</u> код и наименование направления подготовки /специальности <u>ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ</u>
<b>Направленность/специализация</b>	<u>Технология бурения и освоения скважин</u> наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы
<b>Квалификация выпускника</b>	<u>Исследователь. Преподаватель-исследователь</u> указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО
<b>Кафедра-разработчик</b>	<u>морского нефтегазового дела</u> наименование кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск  
2019

Составитель – Васёха Михаил Викторович, заведующий кафедрой морского нефтегазового дела

МУ к СР рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика морского нефтегазового дела «18» июня 2019 года, протокол № 9/18.

Рецензент - Кортаев Борис Александрович, старший преподаватель кафедры морского нефтегазового дела

## Оглавление

1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	4
2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН .....	5
3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	5
4. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5

## 1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания составлены на основе рабочей программы дисциплины «Технология бурения и освоения скважин», разработанной в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ №886 от 30.07.2014 г., и учебных планов очной формы обучения в составе ОПОП по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых, направленности (профилю) "Технология бурения и освоения скважин".

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

### **Знать:**

- основные правила промышленной безопасности при бурении и освоении скважин;
- основные термины и определения, конструкция скважины, классификации скважин;
- проблемы и перспективы развития технологии бурения эксплуатационных скважин;
- особенности функционирования инженерно-технических служб контроля и управления буровыми работами;
- элементы технологической оснастки бурильной колонны, их устройство и правила эксплуатации; технические средства обеспечения основных технологических процессов;
- методику проектирования конструкции скважин, расчета обсадных колонн и разобщения пластов.

### **Уметь:**

- проводить аналитические работы по технологическим проблемам бурения нефтяных и газовых скважин;
- проводить аналитические работы по проблеме бурения эксплуатационных скважин;
- обоснованно выбирать способ бурения и породоразрушающий инструмент для конкретных геолого-технических условий бурения;
- разрабатывать технологию бурения скважин;
- применять методы моделирования технологических процессов бурения скважин;
- пользоваться техническими средствами для измерения параметров буровых и тампонажных жидкостей;
- выполнять проектировочный и поверочный расчет бурильной колонны для вертикальных и наклонно-направленных скважин при роторном и турбинном бурении.

### **Владеть:**

- навыками работы с нормативно-технологической и инструктивной документацией по бурению нефтяных и газовых скважин;
- методами построения простейших математических моделей типовых профессиональных задач;
- методами расчета некоторых параметров породоразрушающего инструмента;
- первичными навыками производственного процесса при строительстве скважин;
- навыками расчета конструкции скважин и оптимальных параметров режима бурения;
- методами анализа и интерпретации полученных, результатов моделирования технологических процессов бурения скважин.

**Цель дисциплины** - получение и освоение знаний, формирование практических навыков, по основным терминам и определениям процесса бурения нефтяных и газовых скважин; теории технологических процессов роторного бурения и бурения с забойными двигателями; методиками проектирования технологии бурения нефтяных и газовых скважин; элементами технологической оснастки бурильной колонны, их устройству и правилам эксплуатации; нормативно-технологической и инструктивной документации по бурению нефтяных и газовых скважин; основными правилами промышленной безопасности при бурении;

особенностям функционирования инженерно-технических служб контроля и управления буровыми работами.

**Задачи дисциплины:** глубокое формирование у аспирантов теоретических знаний и практических навыков в области технологии бурения нефтяных и газовых скважин, для успешного решения конкретных задач, а также формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности.

## 2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Таблица 1

№ п/п	Наименование тем и содержание самостоятельной работы	Кол-во часов
1	2	3
1.	Общие сведения о сооружении скважин.	3
2.	Породоразрушающий инструмент (ПРИ).	4
3.	Керноприемные устройства и бурильные головки.	4
4.	Бурильная колонна.	3
5.	Турбобуры.	3
6.	Электробуры. Винтовые забойные двигатели.	3
7.	Взаимосвязь показателей и режимных параметров бурения.	3
8.	Специфика различных технологий в бурении.	3
9.	Бурение скважин при сбалансированном давлении.	5
10.	Бурение скважин с отбором керна.	5
11.	Бурение скважин с использованием гидромониторного эффекта.	5
12.	Бурение опорно-технологических скважин.	5
13.	Технология бурения для предупреждения поглощения промывочной жидкости.	3
14.	Технология бурения с предупреждением газонефтеводопроявлений.	3
15.	Технология бурения для предупреждения нарушений устойчивости стенок скважины.	3
16.	Технологические мероприятия для предупреждения прихватов.	3
17.	Особенности технологии бурения в многолетнемерзлых породах.	3
18.	Технология бурения неглубоких скважин различного назначения.	3
	<b>Итого:</b>	<b>64</b>

## 3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная литература*

1. Технология бурения нефтяных и газовых скважин : учебник для вузов / А. Н. Попов, А. И. Спивак, Т. О. Акбулатов и др. ; под ред. А. И. Спивака. - Москва : Недра-Бизнесцентр, 2003. - 509 с. : ил. - ISBN 5-8365-0129-7 : 300-00; 364-01.33 - Т 38 (21 экземпляр)
2. Технология бурения разведочных скважин на нефть и газ : учеб. для вузов / А. Г. Калинин, А. З. Левицкий, Б. А. Никитин. - Москва : Недра, 1998. - 440 с. : ил. - ISBN 5-247-03656-5 : 42-00. 33 - К 17 (8 экземпляров)

### *Дополнительная литература*

1. Крюков, Г.М. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании. Ч.П. Разрушение горных пород при бурении. Раздел 1. Внедрение зубьев в разрушаемую породу : учебное пособие / Г.М. Крюков. — Москва : Горная книга, 2004. — 106 с. — ISBN 5-7418-0313-X. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: — URL: <https://e.lanbook.com/book/3285>

2. Справочник бурового мастера. Том 1 [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие/ В.П. Овчинников [и др.] // Электронный ресурс - ЭБС «IPRbooks» / Вологда: Инфра-Инженерия, 2006.— 608 с.— URL: <http://www.iprbookshop.ru/5069.html>.

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

##### **Тема 1. Общие сведения о сооружении скважин.**

При изучении данной темы следует обратить внимание на классификацию скважин, применяемых в нефтегазодобывающей промышленности, по назначению, по пространственному положению оси и другим признакам. Изучите сведения о скважинах, сооружаемых в других отраслях промышленности.

Коме этого, необходимо ознакомиться с процессом бурения скважин. Изучите классификацию способов бурения; краткую характеристику основных способов, достоинства, недостатки, области применения, перспективы развития; основные показатели бурения.

##### **Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. Перечислите основные элементы скважины.
2. Перечислите классификацию скважин по назначению.
3. Какие способы бурения вы знаете?
4. Какие параметры являются основными показателями бурения?
5. В какие отрасли промышленности используются скважины?

##### **Тема 2. Породоразрушающий инструмент (ПРИ).**

При изучении данного раздела необходимо изучить породоразрушающий инструмент для бурения скважин; основные принципы механического разрушения пород при бурении скважин; классификация породоразрушающих инструментов по назначению и характеру воздействия на породу; основные типы буровых долот; керноприемные устройства и бурильные головки; особенности конструкций; факторы, влияющие на полноту отбора и выноса керна.

##### **Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. Классификация долот по типу воздействия на породу.
2. Для чего применяется колонковое долото?
3. Что такое керн? Для чего он необходим?
4. Для каких типов горных пород используют алмазные долота?
5. Опишите процесс разрушения породы при воздействии долота.

##### **Тема 3. Керноприемные устройства и бурильные головки.**

В рамках данной темы необходимо ознакомиться с классификацией горных пород по трудности отбора керна; классификацией и конструкцией бурильных головок; конструкцией компоновок кернорвателей; динамикой работы бурильных головок при формировании керна; классификацией керноприемных устройств; конструкцией керноприемных устройств со съёмными и несъёмными керноприемниками.

### **Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. В каких породах наиболее трудно извлечь керн?
2. Опишите процесс формирования керна в скважине.
3. Каким образом керн извлекается на поверхность?
4. Какие типы керноприемных устройств вы знаете?
5. Какие факторы ограничивают работу керноотборного инструмента?

### **Тема 4. Бурильная колонна.**

В рамках данной темы необходимо ознакомиться с назначением и компоновкой бурильной колонны. Обратите внимание на характеристики резьбовых соединений, достоинства и недостатки конструкций бурильных колонн. Рассмотрите области применения бурильных колонн, ознакомьтесь с прочностными характеристиками труб и соединений.

### **Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. Перечислите основные узлы бурильной колонны.
2. Какие колебания возникают в бурильной колонне?
3. Какие последствия вызывают колебания в колонне?
4. Какими условиями ограничивается работа бурильных труб в вертикальных и искривленных скважинах?
5. Что такое резонанс колебаний бурильной колонны?

### **Тема 5. Турбобуры.**

В данном разделе следует обратить внимание на критерии гидродинамического подобия в турбинах. Рассмотрите понятия решетки профилей и полигона скоростей турбины. Рассмотрите типы турбин, область их применения. Узнайте о их недостатках, достоинствах.

Рассмотрите конструкции серийных турбобуров: секционных (ТС), секционных шпindelных (ТСШ), с наклонной линией давления А (АШ) и АГТ (АГТШ), **редукторных (РТ)**, с механизмом холостого хода (ТРХ), для бурения с отбором керна, для отклонения ствола скважины.

### **Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. В каких скважинах целесообразно использовать турбобуры?
2. Что такое рабочая характеристика турбобура?
3. Порядок расчета рабочей характеристики турбобура.
4. Классификация турбобуров.
5. Опишите конструкцию турбобура типа АШ.

### **Тема 6. Электробуры. Винтовые забойные двигатели.**

Данная тема посвящена изучению конструкции электробуров и системы токоподвода; рабочей характеристики турбобура; типам современных электробуров и их характеристикам; область применения электробуров; достоинствам и недостаткам электробуров.

Кроме этого, необходимо ознакомиться с винтовыми забойными двигателями, их устройством и принципом действия; основными конструктивными параметрами, их влиянием на энергетические характеристики ВЗД; рабочей характеристикой ВЗД.

### **Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. Опишите конструкцию винтового забойного двигателя.
2. Какой средний ресурс имеют ВЗД?
3. Какие конструктивные параметры влияют на рабочую характеристику ВЗД?
4. Какие серийные ВЗД вы знаете?

## **Тема 7. Взаимосвязь показателей и режимных параметров бурения.**

В рамках данной темы необходимо ознакомиться с параметрами режимов бурения: осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент, частота его оборотов, интенсивность промывки и качество бурового промывочного раствора. Взаимосвязь показателей работы долот и параметров режимов бурения. Разновидности режимов бурения

### **Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. Какие разновидности режимов бурения вы знаете?
2. Перечислите пути улучшения качества очистки забоя.
3. Факторы, влияющие на механическую скорость бурения.
4. Что такое удельный момент долота?

## **Тема 8. Специфика различных технологий в бурении.**

В данной теме подлежат рассмотрению особенности технологии роторного бурения. Принципы нормирования расхода бурового раствора и регулирования гидравлической мощности, подводимой к долоту. Общие затраты мощности на процесс роторного бурения. Коэффициенты передачи мощности на забой и пути их повышения. Ограничения, накладываемые на режим роторного бурения технической характеристикой буровой установки и прочностью бурильной колонны. Способы контроля за отработкой долот при роторном бурении.

### **Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. В чем заключается особенность турбинного бурения?
2. Что такое перегрузочная способность забойного двигателя?
3. Как осуществляется контроль забойных параметров режима бурения?
4. Принципы выбора диаметра, типа и числа секций турбобура, а также необходимого расхода бурового раствора для работы турбобура, их влияние на эффективность очистки забоя, на возможность использования гидромониторных долот. Пути уменьшения утечек.
5. Контроль забойных параметров режима бурения и пространственного положения оси скважины в процессе бурения с использованием электробуров.

## **Тема 9. Бурение скважин при сбалансированном давлении.**

В данной теме подлежат рассмотрению влияние дифференциального давления на эффективность бурения. Способы прогнозирования пластовых давлений. Сущность бурения при равновесии давлений в системе «скважина-пласт». Специальное оборудование для бурения при сбалансированном давлении. Техника безопасности при выполнении работ.

### **Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. Как достигается равновесии давлений системы «скважина-пласт»?
2. Что такое АНПД, АВПД?
3. Какое влияние оказывает изменение дифференциального давления на процесс бурения?
4. Какое оборудование используется для бурения при сбалансированном давлении?
5. Какие требования безопасности необходимо выполнять при бурении с равновесной системой давлений?

## **Тема 10. Бурение скважин с отбором керна.**

Влияние технологических параметров на вынос керна. Выбор оптимального режима бурения с целью кернобережения. Пути совершенствования технических средств и технологии бурения с отбором керна.

**Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. Опишите процесс бурения скважин с отбором керна.
2. Каким образом выбирается оптимальный режим бурения с отбором керна?
3. Какие технические средства используются для отбора керна?

**Тема 11. Бурение скважин с использованием гидромониторного эффекта.**

В данной теме подлежат рассмотрению условия осуществления гидромониторного эффекта при бурении. Баланс напора при гидромониторной промывке. Требования к техническим средствам и оборудованию для бурения с использованием гидромониторного эффекта.

**Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. Что такое гидромониторный эффект?
2. Какой напор необходимо обеспечивать при гидромониторной промывке?
3. Какое оборудование используется для бурения с использованием гидромониторного эффекта?

**Тема 12. Бурение опорно-технологических скважин.**

В данной теме подлежат рассмотрению понятие об опорно-технологических скважинах (ОТС). Бурение ОТС как метод сбора данных для проектирования технологии бурения. Состав работ по бурению ОТС. Определение базовых зависимостей между основными показателями процесса бурения и параметрами режимов бурения. Составление режимно-технологических карт.

**Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. Для чего необходимо бурение опорно-технологической скважины?
2. Какие данные можно получить при бурении ОТС?
3. Как определяется оптимальный режим бурения для ОТС?
4. Что такое режимно-технологическая карта?

**Тема 13. Технология бурения для предупреждения поглощения промывочной жидкости.**

В данной теме подлежат рассмотрению причины возникновения поглощений, их влияние на условия проводки скважин. Интенсивность поглощений. Характеристика зон поглощений, их исследование. Гидравлический разрыв пластов, причины, способствующие гидроразрыву. Технологические способы предупреждения поглощений и безаварийной проходки скважины.

**Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. Что такое гидравлический разрыв пласта?
2. Какими причинами обусловлен процесс поглощения БПЖ?
3. Как исследуются зоны поглощения?
4. Какие методы предотвращения поглощений вы знаете?

**Тема 14. Технология бурения с предупреждением газонефтеводопроявлений.**

В данной теме подлежат рассмотрению причины возникновения проявлений, их разновидности и последствия. Первичные признаки проявлений, стадии развития.

Предупреждение проявлений. Режим промывки скважины и выполнения спускоподъемных операций в зонах возможных проявлений.

**Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. По каким причинам могут возникнуть газонефтеводопроявления?
2. Опишите стадии развития проявлений.
3. Опишите механизм спуско-подъемных операций.
4. Каким образом можно предотвратить газонефтеводопроявления?

**Тема 15. Технология бурения для предупреждения нарушений устойчивости стенок скважины.**

Виды и причины нарушений устойчивости стенок скважины. Признаки и последствия проявления нарушений. Контроль за состоянием ствола скважины. Технологические мероприятия по предупреждению нарушений устойчивости и ликвидация нарушений

**Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. Что такое устойчивость стенки скважины?
2. За счет чего может быть нарушена устойчивость стенки скважины?
3. Каким образом осуществляется контроль за состоянием ствола скважины?
4. Какие технологические мероприятия по предупреждению нарушений устойчивости вы знаете?

**Тема 16. Технологические мероприятия для предупреждения прихватов.**

В данной теме подлежат рассмотрению виды и причины прихватов. Посадки и затяжки инструмента, их возможные последствия. Признаки прихватов. Технологические мероприятия по предупреждению прихватов.

**Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. Что такое прихват?
2. Опишите механизм прихвата буровой колонны или инструмента.
3. Как можно выявить прихват?
4. Каким образом можно предупредить прихваты?

**Тема 17. Особенности технологии бурения в многолетнемерзлых породах.**

В данной теме подлежат рассмотрению распространенность многолетнемерзлых пород (ММП). Виды осложнений, связанных с нарушением теплового режима ММП, признаки и последствия. Технологические способы предупреждения таких осложнений.

**Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. Чем характеризуются многолетнемерзлые породы?
2. Опишите механизм растепления пород при бурении скважин.
3. Чем опасно растепление зон многолетнемерзлых пород?
4. Опишите технологические способы предупреждения растепления.

**Тема 18. Технология бурения неглубоких скважин различного назначения.**

Техника и технология бурения водозаборных скважин. Особенности и способы бурения. Конструкции скважин и способы установки фильтров. Буровые установки, технологический инструмент и технология бурения.

Технология бурения скважин на твердые полезные ископаемые.

Условия бурения и применяемые способы. Технологический буровой инструмент. Конструктивная схема, нормальный ряд буровых установок. Особенности технологии бурения.

Особенности технологии бурения инженерно-геологических и сейсморазведочных скважин.

Назначение и особенности инженерно-геологических и сейсморазведочных скважин. Способы бурения, буровые установки, технологический инструмент и параметры режимов бурения.

**Вопросы для самопроверки по данной теме:**

1. Какой максимальной глубиной обладают неглубокие скважины?
2. Для каких целей бурятся неглубокие скважины?
3. Какие буровые установки для бурения неглубоких скважин вы знаете?
4. Как осуществляется бурение на твердые полезные ископаемые?