

Министерство образования и науки Республики Татарстан  
Государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Альметьевский государственный нефтяной институт»



«УТВЕРЖДАЮ»  
Первый проректор АГНИ  
А.Ф. Иванов  
«25» 06 2018г.

**ПРОГРАММА**

кандидатского экзамена по специальной дисциплине, соответствующей  
научной специальности 25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин

**Направление подготовки:** 21.06.01 «Геология, разведка и разработка  
полезных ископаемых»

**Направленность (профиль) программы:** «Технология бурения и освоения  
скважин»

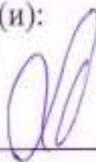
**Кафедра, обеспечивающая преподавание дисциплины:** «Бурение нефтяных и  
газовых скважин»

Рассмотрена и утверждена  
на заседании Ученого совета АГНИ  
Протокол № 6 от «25» 06 2018г.

Альметьевск 2018

Программу кандидатского экзамена разработал(и):

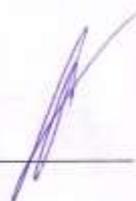
Зав. кафедрой БНГС  
д.т.н., доцент



Л.Б. Хузина

Рецензент:

кафедры БНГС  
д.т.н., доцент



Р.Р. Хузин

Программа кандидатского экзамена рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин», обеспечивающей преподавание дисциплины, « 21 » 06 2018г. протокол № 12.

Зав. выпускающей кафедрой  
«Бурение нефтяных и газовых скважин»



Л.Б. Хузина

В основу настоящей программы положены следующие разделы: вопросы глубинного строения недр и термобарических условий, физико-механических и фильтрационно-емкостных свойств горных пород, флюидов, насыщающих пласты; напряженного состояния нарушенного массива горных пород при бурении скважин, взаимодействия его с крепью на различных этапах строительства и эксплуатации скважин с целью разработки научных основ проектирования конструкции скважин и технологии бурения, прочностных расчетов обсадных колонн; физико-химических процессов в горных породах, буровых и цементных растворах с целью разработки научных основ обоснования и оптимизации рецептур технологических жидкостей, химических реагентов и материалов для строительства скважин; гидродинамические и тепломассообменные процессы при бурении скважин с целью разработки технологии и технических средств по улучшению коллекторских свойств призабойной зоны пласта, интенсификации притока пластового флюида, предупреждения загрязнения недр, обеспечения охраны окружающей среды.

## **1. Общие положения**

Роль и значение буровых работ в отраслях народного хозяйства. Состояние и перспективы развития бурения в условиях рыночной экономики и перспективы развития топливно-энергетического комплекса.

Вклад отечественных инженеров и ученых в развитие технологии и техники бурения вертикальных, наклонных и горизонтальных скважин.

## **2. Физико-механические свойства и напряженное состояние горных пород**

2.1. Напряженное состояние осадочных пород в условиях естественного залегания в недрах Земли. Понятия о градиентах давлений гидроразрыва, пластового и порового. Гидроразрыв пород. Понятие об аномальных пластовых давлениях. Характер изменения механических свойств горных пород с глубиной. Нормальное и аномальное уплотнение осадочных пород.

2.2. Механические свойства горных пород. Поведение горных пород при простых видах напряженного состояния. Упругие и прочностные характеристики пород при простых видах напряженного состояния. Относительная прочность пород при разных видах деформаций.

2.3. Механизм разрушения горных пород при вдавливании инденторов. Особенности механизма разрушения при динамическом вдавливании. Усталостное разрушение пород.

2.4. Абразивность горных пород. Показатели износа металлов. Схемы изучения изнашивания металлов при взаимодействии с горными породами. Показатели абразивности и способы их определения.

### **3. Породоразрушающий инструмент для бурения скважин**

3.1. Основные принципы механического разрушения пород при бурении скважин. Классификация породоразрушающих инструментов по назначению и по характеру воздействия на породу. Основные типы буровых долот.

3.2. Керноприемные устройства и бурильные головки. Особенности конструкций. Факторы, влияющие на полноту отбора и выноса керна.

### **4. Режим бурения глубоких скважин**

4.1. Основные факторы, влияющие на технологические показатели работы долот.

4.2. Факторы, влияющие на износ вооружения и опор долота.

4.3. Расчет вращающего момента и мощности, необходимых для работы долота на забое. Характер и причины изменения вращающего момента во времени. Понятие о динамичности работы шарошечного долота и динамической составляющей осевой нагрузки.

4.4. Оптимизация режимов бурения. Критерии эффективности режима. Технология отработки долот с использованием различных критериев эффективности.

### **5. Основные понятия из гидромеханики промывочных жидкостей**

5.1. Реологические модели. Принципы расчета гидравлических потерь при установившемся ламинарном и турбулентном течении вязких и вязко-пластичных жидкостей.

5.2. Неустановившиеся течения. Инерционная составляющая гидродинамического давления. Принципы расчета гидродинамических давлений при спуске и подъеме колонны труб, при восстановлении циркуляции вязкопластичной и тиксотропной промывочных жидкостей.

5.3. Принципы расчета предельно допустимой скорости восходящего потока в скважине при установившемся течении и предельного режима спуска колонны труб при неустановившемся течении.

5.4. Равновесие твердых частиц в жидкости. Скорость витания и скорость выноса частиц потоком. Принципы расчета объемной скорости течения, необходимой для выноса частиц из вертикальной и горизонтальной скважины.

5.5. Волновые процессы и их рациональное использование при бурении и заканчивании скважин.

## **6. Технология различных способов вращательного бурения**

6.1. Специфика взаимосвязи параметров режима роторного бурения.

6.2. Особенности технологии турбинного бурения. Классификация современных турбобуров. Причины отличия выходной характеристики турбобура от рабочей характеристики его турбины. Принципы расчета и построения комплексной характеристики совместной работы системы «турбобур-долото-порода» при постоянной объемной скорости течения промывочной жидкости.

6.3. Особенности технологии бурения с помощью винтовых забойных двигателей ВЗД. Рабочие характеристики ВЗД. Комплексная характеристика совместной работы системы «ВЗД-долото-порода забоя» при постоянной объемной скорости течения промывочной жидкости. Особенности совместной работы ВЗД и гидромониторного долота.

6.4. Особенности технологии бурения с помощью электробуров.

## **7. Рабочие жидкости для бурения и заканчивания скважин**

7.1. Назначение и функции жидкостей. Классификация.

7.2. Глинистые суспензии: состав, особенности строения и свойств важнейших глинистых минералов, влияние минералогического состава и вида поглощенных катионов на гидратацию, диспергирование глин и свойства суспензий. Регулирование свойств глинистых суспензий: принципы регулирования; классификация химических реагентов механизмы действия реагентов на глинистые суспензии. Понятия о термосолеустойчивости реагентов и обработанных ими суспензий и принципах оценки термосолеустойчивости.

7.3. Промывочные жидкости на полимерной и биополимерной основе. Состав свойства, способы повышения ферментативной устойчивости, терморустойчивости, регулирование свойств. Достоинства и недостатки.

7.4. Гель – технология рабочих жидкостей. Промывочные жидкости с конденсированной твердой фазой. Принципы получения дисперсной фазы. Способы регулирования, степени дисперсности и структурообразования. Принципы регулирования свойств. Достоинства и недостатки. Область применения.

7.5. Торфо-, сапропелево- и асбестсодержащие жидкости.

7.6. Аэрированные промывочные жидкости и пены. Способы аэрирования и стабилизации аэрированных систем. Принципы регулирования свойств. Достоинства, недостатки, области применения.

7.7. Рабочие жидкости на углеводородной основе, практически безводные. Состав, свойства, требования к материалам для приготовления. Принципы регулирования свойств. Достоинства, недостатки, области применения.

7.8. Обращенные эмульсионные промывочные жидкости на углеводородной основе. Состав, свойства, способы стабилизации и регулирования

свойств эмульсий. Принципы оценки стабильности эмульсий. Достоинства и недостатки, области применения.

7.9. Специальные технологические жидкости для освоения, проведения перфорационных работ, гидроразрыва пластов, глушения скважин.

7.10. Приготовление, очистка, утяжеление и регулирование содержания твердой фазы промывочных жидкостей. Состав циркуляционной системы, назначение основных узлов ее, характеристика механизмов очистной системы.

7.11. Дегазация промывочных жидкостей. Способы механической, вакуумной и физико-химической дегазации и их эффективность; области применения.

7.12. Принципы выбора состава и нормирования основных свойств промывочных жидкостей для бурения в конкретных горно-геологических условиях.

## **8. Осложнения при бурении скважин. Зоны риска**

8.1. Классификация осложнений. Совмещенный график изменения градиентов пластовых давлений и градиентов давлений поглощения с глубиной и его роль. Понятия об относительной эквивалентной плотности буровых промывочных жидкостей и зонах с несовместимыми условиями бурения.

8.2. Поглощения промывочной жидкости: признаки осложнения; основные причины его; возможные способы предупреждения. Принципы исследования зон поглощения и задачи такого исследования. Факторы, способствующие гидроразрыву пород. Принципы расчета безопасного в отношении разрыва пород режима восстановления циркуляции, режима спуска колонны труб. Способы ликвидации поглощений промывочной жидкости, их достоинства и недостатки, области применения. Проверка качества изоляции зоны поглощения.

8.3. Газонефтепроявления. Основные причины и признаки этих осложнений. Этапы развития проявления. Способы контроля состояния скважин в процессе бурения. Способы предупреждения проявлений. Принципы расчета режима промывки скважины и режима спуско-подъемных операций при бурении в зонах возможных проявлений, позволяющего предупредить значительные колебания гидродинамических давлений. Технологические требования к противовыбросовому оборудованию. Принципиальная схема оснащения устья скважины противовыбросовым оборудованием.

8.4. Нарушение устойчивости стенок скважины: выпучивание пород; обваливание и осыпание; растворение и размыв; растепление мерзлых пород. Признаки и причины нарушения устойчивости. Принципы контроля скорости сужения ствола и скорости кавернообразования. Мероприятия по повышению устойчивости стенок скважины и предотвращению отрицательных последствий проявления неустойчивости.

8.5. Прихваты и затяжки колонны труб, желобообразования. Причины возникновения и признаки осложнений этой группы. Факторы, влияющие на силы

взаимодействия колонны труб со стенками скважины, и характер действия этих факторов. Способы определения места прихвата. Меры профилактики осложнений данной группы. Способы ликвидации прихватов. Способы устранения желобообразных выработок в стволе скважины.

## **9. Бурильная колонна**

9.1. Назначение и состав компоновки бурильной колонны. Конструктивные особенности элементов ее. Характеристики резьбовых соединений. Стандарты на трубы и соединения. Достоинства и недостатки конструкций бурильной колонны. Области применения. Прочностные характеристики труб и соединений.

9.2. Условия работы бурильной колонны в вертикальных и искривленных скважинах. Устойчивость колонны труб под действием осевых и центробежных сил, вращающего момента. Факторы, влияющие на распределение напряжений по длине колонны.

9.3. Колебания, возникающие в бурильной колонне. Виды колебаний и причины возникновения. Резонанс колебаний. Отрицательные последствия колебаний. Влияние колебаний на работу бурильной колонны и шарошечных долот. Способы предотвращения резонанса колебаний.

9.4. Принципы выбора компоновки бурильной колонны при разных способах бурения. Специфика выбора компоновки нижнего участка для предотвращения самопроизвольного искривления.

9.5. Расчет бурильной колонны на прочность. Обоснование выбора расчетных нагрузок и коэффициентов запаса прочности. Эпюры распределения напряжений по длине колонны при разных способах бурения. Принципы расчета на прочность в вертикальных и искривленных скважинах. Учет износа и влияния температуры на прочностные характеристики. Расчет удлинения бурильной колонны под действием нагрузок и температуры.

## **10. Бурение наклонно-направленных и горизонтальных скважин**

10.1. Цели бурения наклонно-направленных скважин.

10.2. Способы принудительного искривления скважин при вращательном бурении. Способы ориентирования отклонителя в заданном направлении. Принципы расчета угла установки отклонителя; факторы, влияющие на поведение отклонителя в процессе бурения. Контроль за направлением ствола скважины в период работы с отклонителем при бурении с гидравлическими и электрическими забойными двигателями.

10.3. Принципы выбора типа и расчета профиля скважины. Факторы, определяющие допустимую интенсивность принудительного искривления скважины. Принципы выбора и расчета компоновки нижнего участка бурильной

колонны для бурения интервалов набора, стабилизации и снижения зенитного угла.

## **11. Первичное вскрытие продуктивных горизонтов**

11.1. Воздействие промывочной жидкости на коллекторские свойства и удельную продуктивность нефтегазовых залежей и характер их изменения. Способы оценки степени загрязняющего воздействия промывочной жидкости на продуктивный пласт.

11.2. Методы первичного вскрытия продуктивных пластов; их достоинства и недостатки, области применения. Принципы выбора метода вхождения в продуктивные залежи с разными коэффициентами аномальности. Понятия о гидродинамическом несовершенстве скважин по степени и характеру вскрытия.

## **12. Опробование перспективных горизонтов**

12.1. Задачи и сущность опробования горизонта в процессе бурения. Принципиальная схема опробования горизонта с помощью многоциклового пластоиспытателя.

12.2. Технология опробования горизонта в процессе бурения. Основные факторы, влияющие на эффективность процесса. Задачи и объем подготовительных работ к опробованию. Принципы выбора величины депрессии, числа и продолжительности, открытых и закрытых периодов опробования, состава и компоновки колонны труб; задачи каждого периода опробования.

12.3. Принципы качественной интерпретации результатов опробования.

## **13. Проектирование конструкций скважины**

13.1. Основные факторы, влияющие на выбор конструкций скважин разного назначения.

13.2. Задачи проектирования. Принципы проектирования конструкций и выбора оптимального варианта.

## **14. Крепление скважин**

14.1. Конструктивные особенности современных обсадных труб и их соединений. Достоинства и недостатки обсадных труб и соединений разных модификаций. Области применения.

14.2. Прочностные характеристики обсадных труб и их соединений. Условия, для которых рассчитывают прочностные характеристики. Влияние двухосного напряженного состояния на прочностные характеристики труб и соединений. Влияние способа нагружения на несущую способность труб.

14.3. Условия работы кондукторов, промежуточных и эксплуатационных

обсадных колонн в скважинах разного назначения в интервалах с разными термобарическими условиями.

14.4. Принципы расчета равнопрочных обсадных колонн. Основные допущения, положенные в основу методики расчета. Достоинства и недостатки методики расчета. Способы учета степени износа труб, интенсивности искривления скважины, характера и условий нагружения в неустойчивых породах при расчете обсадных колонн. Понятие о составной крепи, ее достоинствах и недостатках.

14.5. Принципы расчета предельного и рабочего режимов спуска обсадных колонн, снабженных обратными клапанами.

## **15. Разобшение пластов**

15.1. Назначение тампонажных материалов и требования к ним. Понятия о базовых тампонажных цементах. Классификация тампонажных цементов и области применения каждого базового цемента.

15.2. Химико–минералогический состав цементов. Процессы гидратации и твердения.

15.3. Основные свойства цемента, тампонажного раствора и камня. Способы измерения свойств. Влияние температуры и давления на свойства тампонажного раствора и камня. Понятие о коррозии цементного камня, ее причинах и разновидностях коррозии. Принципы регулирования свойств тампонажного раствора и камня.

15.4. Принципы выбора состава тампонажного материала и тампонажного раствора для конкретных горно-геологических условий цементирования скважины.

15.5. Способы первичного и ремонтного цементирования: сущность, достоинства, недостатки, области применения.

15.6. Основные факторы, влияющие на полноту замещения промывочной жидкости тампонажным раствором и на качество разобщения пластов.

15.7. Основные осложнения при цементировании, их причины; способы предупреждения осложнений.

15.8. Принципы расчета цементирования скважины в заданных горно-геологических условиях. Понятие о предельном и рабочем режимах цементирования. Выбор цементировочной техники и схемы обвязки ее для реализации расчетного рабочего режима цементирования.

15.9. Способы проверки качества цементирования. Сущность и области применения каждого способа.

## **16. Заключительные работы при бурении скважин**

16.1. Способы обвязки обсадных колонн на устье и проверки их герметичности. Принципы расчета давления опрессовки колонн и глубины снижения уровня жидкости для проверки герметичности. Причины и способы

расчета усилия натяжения обсадных колонн при обвязке.

16.2. Способы вторичного вскрытия продуктивных горизонтов. Основные факторы, влияющие на эффективность вторичного вскрытия. Характер и степень влияния способа перфорации на состояние цементного камня и герметичность крепи скважины.

16.3. Способы вызова притока пластового флюида после вторичного вскрытия. Эффективность каждого способа, достоинства и недостатки, области применения. Оборудование устья скважины для перфорации и вызова притока. Задачи испытания скважины, законченной бурением.

## **17. Ликвидация и консервация скважин назначение, задачи и способы**

Назначение, задачи и способы ликвидации и консервации скважин.

## Рекомендуемая основная литература

1. Технология бурения нефтяных и газовых скважин. В 5 томах: учебник для студентов вузов / С. В. Сеньюшкин, А. Н. Попов, С. А. Оганов [и др.]; под редакцией В. П. Овчинникова. — 2-е изд. — Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2017. — 576 с. — ISBN 978-5-9961-1328-6, 978-5-9961-1329-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт].
2. Андрианов, Н. И. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: курс лекций / Н. И. Андрианов, И. И. Андрианов, Ю. А. Воропаев. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. — 344 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт].
3. Нескоромных, В. В. Бурение скважин: учебное пособие / В. В. Нескоромных. — Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. — 400 с. — ISBN 978-5-7638-3043-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт].
4. Нескоромных, В. В. Разрушение горных пород при бурении скважин: учебное пособие / В. В. Нескоромных. — Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. — 336 с. — ISBN 978-5-7638-3044-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт].
6. Технология и техника бурения: Часть 2. Технология бурения скважин/ Ред. В.С. Войтенко. — Москва: ИНФРА-М, 2013. — 613 с.
7. Технология и техника бурения: Часть 1. Горные породы и буровая техника./ Ред. В.С. Войтенко. — Москва: ИНФРА. — М, 2013. — 237 с.
8. Поваляхин А.С. Бурение наклонных горизонтальных и многозабойных скважин. — М.:ЦентрЛитНефтеГаз, 2011. — 647с.
9. Технология бурения глубоких скважин: Учебник для вузов/ под. Общ. ред. А.И. Спивака и Л.А. Алексеева. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: ООО «НедраБизнесцентр», 2007. — 508 с.: ил.
10. Крылов В.И., Крецул В.В. Выбор жидкостей для заканчивания и капитального ремонта скважин. — Москва, 2005. — 196с.
11. Калинин А.Г., Левицкий А.З., Никитин Б.А. Технология бурения разведочных скважин на нефть и газ. — М.: Недра, 1998. -280с.
12. Ангелопуло О.К., Подгорнов В.М., Аваков В.Э. Буровые растворы для сложных условий. — М.: Недра, 1988. - 135 с.
13. Куксов А. К., Бабаян Э.В., Шевцов В.Д. Предупреждение и ликвидация газонефтеводопроявлений при бурении. - М.: Недра, 1992. - 251 с.
14. Борисенко Л.В. Выбор промывочной жидкости для бурения скважин. - М.: МИНГ им. И.М.Губкина, 1991. - 59 с.
15. Соловьев Е.М. Заканчивание скважин. -М.: Недра, 1979. -303 с.

**Учебная литература (дополнительная)**

1. Левинсон Л.М., Мухаметов Ф.Х. Управление искривлением наклонно направленных и горизонтальных скважин. Уфа: Изд-во «Монография», 2017. - 144 с.
2. Левинсон Л.М., Конесев В.Г., Шафигуллин Р.И., Еромасов В.Г., Акбулатов Т.О., Левинсон М.Л., Хасанов Р.А. Строительство и навигация сложнопрофильных скважин. Альметьевск: Изд-во «ТатАвтоматизация», 2014. - 214 с.
3. Булатов А.И., Проселков Ю.М. Бурение и освоение нефтяных и газовых скважин. Терминологический словарь – справочник. М.: ООО «НедраБизнесцентр», 2007.- 255с
4. Шенбергер В.М., Кулябин Г.А., Долгов В.Г. Проектирование профилей наклонно-направленных, пологих и горизонтальных скважин и расчет усилий на буровом крюке.- Тюмень, 2002. – 80с.
5. Грей Дж. Р., Дарли Г.С.Г. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей). – М.: Недра, 1985. – 509 с.
6. Рябченко В.И. Управление свойствами буровых растворов. – М.: Недра, 1990, - 230 с.
7. Петров Н.А. и др. Повышение качества первичного и вторичного вскрытия продуктивных пластов. – СПб.: Недра, 2007. – 544 с.
8. Булатов А.И. и др. Буровые промывочные и тампонажные растворы: Учебн. пособие для вузов. – М.: Недра, 1999. – 424 с.
9. Заканчивание скважин: практикум / составители Ю. А. Воропаев, А. В. Мацко. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 155 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]
10. Ганджумян Р.А. Калинин Л.Г., Никитин Б.А. Инженерные расчеты при бурении глубоких скважин. - М.: Недра, 2000. – 490 с.
11. Будников В.Ф., Булатов А.И., Макаренко П.П. Проблемы механики бурения и заканчивания скважин. - М.: Недра, 1996. – 495 с.
12. Балденко Д.Ф., Балденко Ф.Д., Гноевых А.Н. Винтовые забойные двигатели. - М.: Недра, 1999. – 376 с.
13. Иогонесян К.В. Спутник буровика (Справочник, 3 издание).- М.: Недра. 1990.-303с.
14. Бакшутов В.С. Минерализованные тампонажные растворы для цементирования скважин в сложных условиях. - М.: Недра, 1986. - 272 с.
15. Специальные тампонажные материалы для низкотемпературных скважин. / П.В. Овчинников, В.Г. Кузнецов, А.А. Фролов и др.– М.: Недра, 2000. – 115 с.

**Пример оформления дополнительной программы**

Министерство образования и науки Республики Татарстан  
Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Альметьевский государственный нефтяной институт»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. ректора АГНИ

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
**кандидатского экзамена по специальной дисциплине**

по направлению подготовки 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых»

научная специальность 25.00.15 «Технология бурения и освоения скважин»

аспиранта/экстерна кафедры «БНГС»

***Фамилия Имя Отчество***

20\_\_

Программа разработана на основе учебной и научной литературы по теме

«-----»

---

(указывается тематика, область исследования, тема НКР/диссертации)

Программу разработал

Аспирант/экстерн кафедры «БНГС» \_\_\_\_\_ Фамилия И.О.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «БНГС»

Протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 20\_\_ г.

Зав.кафедрой «БНГС» \_\_\_\_\_

Фамилия И.О.

**Разделы соответствующие научной тематике, области исследования,  
теме НКР/диссертации**

- 1.** .....
- 1.1.....
- 1.2 .....
- 1.3.....
- 2.** .....
- 2.1.....
- 2.2.....
- 2.3.....
- 3.**.....
- 3.1.....
- 4.** .....
- 4.1.....

**Основная литература**

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....
- 4. ....
- 5. ....
- 7. ....
- 9. ....
- 10. ....