



VNIIneft-34892-340805

**Акционерное общество  
«Всероссийский нефтегазовый научно-исследовательский  
институт имени академика А.П. Крылова»  
(АО «ВНИИнефть»)**

**УТВЕРЖДЕНО**

приказом АО «ВНИИнефть»

от « 15 » апреля 2022 г. № 42/2

**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания по научной специальности**

**2.8.4. «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»  
для поступающих на обучение по образовательной программе подготовки  
научных кадров в аспирантуре АО «ВНИИнефть»**

Рассмотрено и одобрено учёным советом АО «ВНИИнефть»  
« 15 » апреля 2022 г., протокол № 4.



## **Введение**

В основу настоящей программы положены разделы наук о Земле, занимающиеся изучением, проектированием и управлением природно-техногенных систем при извлечении из недр нефти, газоконденсата, попутного и природного газа с использованием современных технологий вскрытия и исследования нефтегазосодержащих пластов, добычи и промышленной подготовки скважинной продукции.

### **1. Геологические основы разработки нефтяных и газовых месторождений.**

Типы залежей. Условия залегания нефти и газа в пластах. Выделение нефтеводогазонасыщенных интервалов пластов по геофизическим данным. Определение эффективных нефтенасыщенных толщин. Неоднородность пластов. Построение геологических профилей, структурных карт, карт нефтенасыщенных толщин, гидропроводностей. Определение положения водонефтяного и газонефтяного контактов. Балансовые и извлекаемые запасы. Методы подсчета запасов нефти, газа, конденсата. Геолого-математического моделирование пластов.

### **2. Свойства горных пород - коллекторов нефти и газа**

Коллекторы нефти и газа. Пористость, гранулометрический вещественный состав, удельная поверхность. Абсолютная, фазовая и относительная проницаемость. Деформация горных пород. Упругость, сжимаемость, прочность на сжатие и разрыв, пластичность горных пород. Теплофизические свойства горных пород.

Насыщенность коллекторов нефтью, газом и водой. Лабораторные явления. Коэффициент вытеснения. Электрические свойства и электроповерхностные явления в нефтяном пласте.

### **3. Свойства нефти, газа, газового конденсата и пластовой воды**

Компонентный состав и классификация нефтей и природных газов. Молекулярная масса, плотность и основные физические свойства компонентов нефти и газа. Фазовые изменения углеводородных систем. Константы фазового равновесия. Давление насыщения углеводородными и неуглеводородными газами. Влагосодержание природных газов. Состав и содержание конденсата в природных газах. Изотермы и изобары конденсации.

Растворимость углеводородных и неуглеводородных газов в нефти и пластовой воде. Объемный коэффициент. Вязкость и плотность нефти, воды и природных газов в различных условиях. Реологические свойства аномальных нефтей. Поверхностное натяжение на границах пластовых жидкостей и газов. Химический состав пластовой воды.

Уравнение состояния идеальных и реальных газов. Коэффициент сверхсжимаемости. Критические и приведенные параметры природных газов. Теплота сгорания. Определение свойств природных газов по их составу. Упругость паров и парциальные давления. Энтальпия, энтропия, теплопроводность природных газов. Гидраты углеводородных газов, их состав, структуры и основные физические свойства.



Моделирование процессов разработки нефтяных и газовых месторождений и расчеты технологических показателей. Фильтрация жидкостей и газов в пористой среде. Закон Дарси. Фундаментальные законы гидродинамики и законы фильтрации (в т.ч. неньютоновских жидкостей). Однофазные и многофазные фильтрационные течения.

Основные уравнения однофазной фильтрации несжимаемой жидкости, слабосжимаемой жидкости, газа. Уравнения фильтрации неньютоновских нефтей. Одно-, двух-, трехмерные фильтрационные течения. Схематизация работы скважин. Граничные условия.

Основные уравнения многофазной фильтрации. Уравнения трехфазной фильтрации для нелетучей нефти.

Фазовые проницаемости. Капиллярное давление. Гравитационные силы. Уравнения многокомпонентной фильтрации. Фазовые равновесия. Численные решения уравнений фильтрации и соответствующие программы расчетов для ЭВМ. Современная численная модель фильтрации, реализованная в программу для ЭВМ как инструмент адекватного математического описания реальных процессов. Одномерные (квазидвумерные) модели двух и трехфазной фильтрации в слоистых пластах. Модифицированные фазовые проницаемости. Расчеты технологических показателей в элементе симметрии системы разработки. Двумерные модели в плане двух и трехфазной фильтрации. Возможности описания процессов в системах с большим количеством скважин.

Моделирование тепловых и физико-химических методов воздействия на пласт.

Модели, двумерные в плоскости продольного вертикального разреза. Модели конусов нефти и газа в скважинах. Описание гравитационного режима и др. Трехмерные модели трехфазной фильтрации. Модели двух и трехфазной фильтрации в трещинно-пористых средах.

Обратные задачи идентификации модели фильтрации с параметрами пласта по данным истории разработки.

Схематизация залежи, выбор модели фильтрации и проведение расчетов технологических и технико-экономических показателей при составлении технологических документов и при исследовании различных процессов гидродинамического воздействия на залежи (управление разработкой). Постоянно действующие геолого-технологические модели.

#### **4. Гидрогазодинамические методы исследования пластов и скважин**

Цель, методы, объем, периодичность гидрогазодинамических исследований пластов и скважин. Исследования нефтяных и газовых скважин на установившихся режимах. Индикаторные линии. Коэффициент продуктивности. Коэффициенты фильтрационных сопротивлений в уравнениях притока газа. Определение параметров пласта по данным исследования скважин. Скинфактор. Скважинные приборы и измерения. Распределение давления и температуры нефти и газа по стволам скважин.

Исследования нефтяных и газовых скважин на неустановившемся режиме. Кривые восстановления давления. Определение параметров пласта по кривым восстановления давления. Определение параметров пласта по данным реагирования скважин (гидропрослушивание). Экспресс-методы исследования нефтяных и газовых скважин. Методы исследования скважин с неньютоновскими нефтями.





Исследования газоконденсатных скважин. Методы исследования, параметры, аппаратура, обработка данных.

## 5. Разработка нефтяных месторождений

Основные принципы проектирования рациональной системы разработки нефтяных месторождений в России. Комплексный метод проектирования. Порядок проектирования. Многовариантность систем разработки. Выбор рационального варианта системы разработки.

Исходная геолого-физическая информация, необходимая для проектирования разработки нефтяного месторождения. Методы определения исходных параметров залежи для гидродинамических расчетов. Неоднородность продуктивных пластов, методы ее изучения и количественной оценки.

Разработка нефтяных пластов в условиях водонапорного режима. Системы заводнения нефтяных пластов, применяемые в различных геолого-физических условиях. Методы расчета технологических показателей разработки.

Разработка нефтяной залежи без поддержания пластового давления. Естественные системы разработки нефтяных пластов. Механизм замещения (вытеснения) нефти при различных режимах. Определение показателей разработки в режимах растворенного газа, упруговодонапорном режиме, а также при их сочетаниях.

Особенности разработки многопластовых нефтяных месторождений. Выделение эксплуатационных объектов. Распределение добычи нефти по объектам эксплуатации. Разработка пластов, представленных трещинными и трещинно-поровыми коллекторами. Механизм вытеснения нефти водой из трещинно-порового пласта. Особенности разработки месторождение вязкопластичных нефтей.

Особенности разработки нефтегазовых и нефтегазоконденсатных залежей. Основные типы нефтегазовых залежей. Применяемые системы разработки и методики расчета технологических показателей.

Методы и средства контроля и регулирования разработки нефтяных и нефтегазовых залежей. Определение профилей притока и приемистости рабочих агентов. Методы анализа процесса разработки. Управление процессом разработки на различных стадиях. Способы эффективной разработки нефтегазовых месторождений.

Мероприятия, обеспечивающие сохранность недр и окружающей среды.

Современные методы увеличения нефтеотдачи пластов. Гидродинамические методы. Циклическое заводнение. Третичные методы. Закачка в пласты водных растворов ПАВ, полимеров, щелочей, кислот, мицеллярных растворов. Применение углеводородных газов высокого давления, двуоксида углерода, азота, дымовых газов. Микробиологические методы воздействия. Тепловые методы разработки. Закачка в нефтяные пласты горячей воды, водяного пара, термохимическое заводнение, внутрислоевого горение.

Вибросейсмические и электрические методы воздействия на нефтяные пласты. Горизонтальные скважины, гидроразрыв пласта, область и опыт их применения. Условия применимости различных методов повышения нефтеотдачи, результаты опытно-промышленных работ в России и за рубежом.



## 6. Разработка месторождений природных газов

Основные принципы разработки газовых месторождений. Этапы разработки месторождений природных газов. Порядок проектирования. Исходная геолого-промысловая информация. Установление отборов газа, выбор и обоснование возможных вариантов разработки.

Определение показателей разработки газовых и газоконденсатных месторождений при газовом и упруговодонапорном режимах. Определение числа скважин. Система размещения скважин на газовом месторождении. Расчет продвижения воды в газовую залежь. Особенности разработки многопластовых месторождений. Особенности разработки месторождений на поздней стадии. Коэффициент газоотдачи и зависимость его от геолого-физических и технологических факторов. Разработка группы газовых месторождений.

Особенности разработки месторождений с высоким содержанием конденсата. Применение сайклингпроцесса. Разработка месторождений при заводнении газоконденсатной залежи, особенности разработки газовых залежей с нефтяными оторочками. Методы воздействия на пластовые флюиды для увеличения конденсатоотдачи.

Особенности разработки месторождений природных газов с высоким содержанием неуглеводородных компонентов (углекислый газ, азот, сероводород, гелий и др.). Контроль за разработкой месторождений природных газов. Гидродинамические, геофизические, геохимические, химико-аналитические методы контроля. Построение карт изобар.

Мероприятия, обеспечивающие сохранность недр и окружающей среды при разработке месторождений природных газов.

## 7. Технология добычи нефти и газа

Вскрытие пласта. Призабойная зона скважины. Гидродинамическое совершенство скважин. Вторичное вскрытие, применяемое оборудование.

Освоение скважин, методы и способы вызова притока.

Теоретические основы подъема жидкости из скважины. Движение газожидкостных смесей в вертикальных трубах. Уравнение движения газожидкостной смеси. Структуры течения. Основные характеристики двухфазных потоков. Расчет распределения давления по длине труб.

Фонтанная эксплуатация нефтяных скважин. Расчет процесса фонтанирования. Условия фонтанирования. Оборудование при фонтанной эксплуатации. Регулирование работы фонтанных скважин.

Газлифтная эксплуатация нефтяных скважин. Принцип действия газлифтного подъемника. Технология пуска компрессорной скважины в работу и расчет пускового давления. Оптимизация параметров работы газлифтных скважин.

Эксплуатация нефтяных скважин стандартными и длинноходовыми штанговыми насосами. Схема установки, принцип действия и основные параметры. Динамометрирование насосных скважин.





Эксплуатация нефтяных скважин погружными центробежными электронасосами (ПЦЭН). Схема установки, принцип действия. Основные параметры ПЦЭН.

Новые способы эксплуатации нефтяных скважин. Гидропоршневые насосные установки (ГПНУ). Принцип действия, схемы оборудования скважин при эксплуатации их с применением ГПНУ. Основные параметры ГПНУ.

Винтовые установки (УЭВН) и струйные насосы (УСН). Принцип действия.

Эксплуатация горизонтальных скважин.

Методы воздействия на призабойную зону скважин: интенсификация добычи нефти, изоляция пластовых вод. Гидроразрыв пласта.

Мероприятия, обеспечивающие сохранность окружающей среды при добыче нефти. Совместная эксплуатация двух пластов и более. Методы и системы подготовки воды и закачки ее в пласт.

Сбор и подготовка скважинной продукции. Принципиальная схема получения товарной нефти на промысле. Разгазирование, обезвоживание и обессоливание нефти.

Основные требования к конструкции и оборудованию газовых скважин. Технологические режимы работы газовых скважин.

Газоотдача продуктивных пластов. Методы увеличения газоотдачи пластов, методы воздействия на призабойную зону. Методы удаления жидкости из газовых скважин. Методы удаления солей и гидратных пробок.

## **8. Экономические основы разработки нефтяных и газовых месторождений**

Задача экономической оценки разработки нефтяных и газовых месторождений. Основные показатели разработки, выступающие в роли критериальных при выборе варианта разработки месторождения (доход, чистый дисконтированный доход, внутренняя норма рентабельности, срок окупаемости, индекс доходности затрат). Капитальные вложения и эксплуатационные затраты на добычу нефти. Действующая налоговая система. Закон РФ «О недрах».

### **Основная литература**

1. Гимутудинов Ш.К., Ширковский А.И. Физика нефтяного и газового пласта. М.: Недра, 1982.
2. Желтов Ю.П. Разработка нефтяных месторождений: Учеб. пособие для вузов. М., 1999.
3. Закиров С. Н. Теория и проектирование разработки газовых и газо- конденсатных месторождений: Учеб. пособие для вузов. М.: Недра, 1989.
4. Кудинов В.И. Основы нефтегазопромыслового дела: Учеб. для вузов. – М.; Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2004.
5. Лебединец Н.П. Изучение и разработка нефтяных месторождений с трещиноватыми коллекторами. М.: Недра, 1997.
6. Маскет М. Течение однородных жидкостей в пористой среде. – М.; Ижевск: Ин-т компьютерных исслед., 2004 (Сер. «Современные нефтегазовые технологии»).
7. Маскет М. Физические основы технологии добычи нефти: Сокр. и перераб. пер. с англ. – М.; Ижевск: Ин-т компьютерных исслед., 2004 (Сер. «Современные нефтегазовые технологии»).



8. Михайлов Н.Н. Физика нефтяного и газового пласта. Учеб. Пос. в 2-х т. М.: МАКС Пресс, 2008.
9. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти: Учеб. Пособие для вузов. – М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003.
10. Муслимов Р.Х. Современные методы повышения нефтеизвлечения, проектирования, оптимизация и оценка эффективности, Казань, 2005.
11. Проектирование разработки нефтяных месторождений (принципы и методы)/ А.П. Крылов и др. М.: Гостоптехиздат, 1962.
12. Регламент составления проектных технологических документов на разработку нефтяных и газонефтяных месторождений. РД 153-39-007-01. М., 2001.
13. Справочное руководство по проектированию и эксплуатации нефтяных месторождений. М.: Недра, 1983.
14. Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов. М.: Недра, 1985.
15. Технология добычи нефти и газа / И.М. Муравьев и др. М: Недра, 1971
16. Требин Ф.Л., Макогон Ю.П., Басниев К.С. Добыча природного газа, М.: Недра, 1979.
17. Шагиев Р.Г. Исследование скважин по КВД. М.: наука, 1998.
18. Шуров В.И. Технология и техника добычи нефти. М.: Недра, 1983.

