

Методические указания по профилю «Нефтегазовое дело» отраслевой  
студенческой олимпиады «Газпром»

Первый этап

Под редакцией доцента кафедры бурения нефтяных и газовых скважин, к.т.н.

Архипова А.И.

Санкт-Петербург

2019

## **ВВЕДЕНИЕ**

*Область профессиональной деятельности* выпускников, освоивших программы бакалавриата и магистратуры по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело», включает:

- сегмент топливной энергетики, включающий освоение месторождений, транспорт и хранение углеводородов;
- научные исследования и разработки, методологию и методы проектирования и конструирования, реализацию и управление технологическими процессами и производствами в сегменте топливной энергетики, включающем освоение месторождений, транспорт и хранение углеводородов.

*Объектами профессиональной деятельности* выпускников, освоивших программы бакалавриата и магистратуры по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело», являются технологические процессы и устройства для

- строительства, ремонта, реконструкции и восстановления нефтяных и газовых скважин на суше и на море;
- добычи нефти и газа, сбора и подготовки скважинной продукции на суше и на море;
- промыслового контроля и регулирования извлечения углеводородов;
- трубопроводного транспорта нефти и газа, подземного хранения газа;
- хранения и сбыта нефти, нефтепродуктов и сжиженных газов.

Первый тур отраслевой студенческой олимпиады «Газпром» по профилю «Нефтегазовое дело» проводится в дистанционном формате в режиме on-line.

### **ДИСЦИПЛИНЫ ПРОФИЛЯ «НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО»**

#### **ДИСЦИПЛИНА ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА**

**Тема 1.** Физическое состояние вещества, уравнения состояния. Виды агрегатного состояния. Фазовые превращения и диаграммы фазового состояния тел. Непрерывность физического состояния вещества. Тройная и

критическая точки. Закритическое состояние вещества. Уравнения состояния идеальных и реальных газов, коэффициент сжимаемости.

**Тема 2.** Смеси газов и жидкостей. Характеристики смесей: состав, кажущаяся молекулярная масса, характеристическая газовая постоянная, теплоемкость, критические параметры. Закон соответственных состояний вещества.

**Тема 3.** Первое начало термодинамики как математическое выражение закона сохранения и превращения энергии. Понятие о внешнем и внутреннем теплообмене. Внешний энергетический баланс и баланс рабочего тела.

**Тема 4.** Процессы изменения состояния. Классификация процессов изменения состояния любых термодинамических систем и простых тел. Политропические процессы, уравнение политропы с постоянным показателем, определение постоянного показателя политропы.

**Тема 5.** Круговые процессы – циклы. Первое начало термодинамики для круговых процессов. Цикл Карно. КПД цикла Карно.

**Тема 6.** Второе начало термодинамики. Принцип существования энтропии. Математическое выражение. Основные следствия. Принцип возрастания энтропии. Математическое выражение. Основные следствия.

**Тема 7.** Парообразование, процессы изменения состояния паров.

**Тема 8.** Термодинамика потока. Истечение газов и паров, дросселирование. Уравнение первого начала термодинамики для потока, его анализ. Понятие истечения газа из сопел. Истечение несжимаемых жидкостей. Истечение паров и реальных газов.

**Тема 9.** Термодинамический анализ процессов в компрессорах.

**Тема 10.** Циклы двигателей внутреннего сгорания и газотрубных установок. Циклы поршневых ДВС и ГТУ в « $p-v$ » и « $T-s$ » координатах.

## **ДИСЦИПЛИНА ГИДРАВЛИКА И НЕФТЕГАЗОВАЯ ГИДРОМЕХАНИКА**

**Тема 1.** Гидростатика. Абсолютное, избыточное давление и вакуум. Уравнение равновесия покоящейся жидкости (уравнение Эйлера). Распределение давления в покоящейся несжимаемой жидкости. Закон Паскаля. Относительный покой жидкости.

**Тема 2.** Общие понятия кинематики и динамики жидкости. Линии тока и траектории частиц жидкости. Расход жидкости. Идеальная и вязкая жидкости. Понятие о неньютоновских жидкостях. Ламинарный и турбулентный режимы течения вязкой жидкости. Опыты Рейнольдса.

**Тема 3.** Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов. Закон сохранения массы, уравнение неразрывности потока. Закон изменения количества движения. Закон изменения кинетической энергии. Уравнение Бернулли для потока вязкой не сжимаемой жидкости. Уравнение Бренулли для струйки тока.

**Тема 4.** Размерность величин. Подобие и моделирование гидромеханических процессов. Основная теорема теории размерности ( $\pi$  – теорема). Потoki вязких жидкостей в цилиндрических трубах. Формула Дарси-Вейсбаха.

**Тема 5.** Ламинарное и турбулентное движение жидкости в трубах. Расчет трубопроводов. Распределение скорости в сечении трубы при ламинарном движении вязкой ньютоновской и неньютоновской жидкости. Коэффициенты гидравлического и местных сопротивлений при течении вязких жидкостей.

**Тема 6.** Одномерные течения газа. Скорость звука. Число Маха и коэффициент скорости. Связь между площадью живого сечения трубки тока и скоростью течения. Газодинамические функции. Установившееся течение газа в горизонтальном трубопроводе.

## **ДИСЦИПЛИНА БУРЕНИЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

**Тема 1.** Основные понятия о скважине. Цикл строительства скважины.

**Тема 2.** Свойства горных пород. Породоразрушающий инструмент.

**Тема 3.** Бурильная колонна. Забойные двигатели. Способы бурения. Режимы бурения.

**Тема 4.** Промывка скважин. Буровые растворы. Их параметры и свойства. Расчеты при приготовлении и регулировании свойств буровых растворов

**Тема 5.** Осложнения и аварии в процессе бурения скважин. Методы предупреждения и способы их ликвидации.

**Тема 6.** Крепление скважин. Типы обсадных колонн. Расчет конструкции скважин.

## **ДИСЦИПЛИНА ФИЗИКА ГАЗОВОГО ПЛАСТА**

**Тема 1.** Коллекторские свойства горных пород. Пористость горных пород. Пористость идеального грунта. Коэффициент пористости. Коэффициенты полной, открытой, эффективной и динамической пористости. Лабораторные и геофизические методы определения пористости газонасыщенных пород. Обоснование и выбор величины пористости для моделирования месторождений углеводородов. Каверзность горных пород. Экспериментальное определение каверзности пород. Трещиноватость горных пород. Методы изучения трещиноватости. Классификация трещиноватых пород. Проницаемость горных пород. Коэффициенты абсолютной и фазовой проницаемости. Фильтрация газа в пористой среде. Закон Дарси. Нарушение линейного закона фильтрации газа. Определение коэффициента проницаемости при нелинейном законе фильтрации.

**Тема 2.** Механические и тепловые свойства горных пород. Основные свойства горных пород: упругость, сжимаемость, прочность на сжатие и разрыв. Пластичность, набухаемость, твердость. Тепловые свойства горных пород: теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность.

**Тема 3.** Свойства газа, конденсата и пластовых вод. Состав природных горючих газов газовых и газоконденсатных месторождений. Закономерности изменения состава газоконденсатной смеси в зависимости от давления и температуры. Влагосодержание газа и методы его определения. Тепловые свойства природных газов и отдельных компонентов. Кристаллогидраты природных газов, компоненты газа, образующие гидраты, определение

условий гидратообразования. Газонасыщенность и водонасыщенность коллекторов, методы их определения. Состояние остаточной воды в газовых, газоконденсатных и газонефтяных залежах.

**Тема 4.** Фазовые состояния углеводородных систем. Фазовые превращения одно- двух- и многокомпонентных углеводородных систем. Поведение многокомпонентных углеводородных смесей в критической области. Фазовое состояние системы нефть-газ, газоконденсатная характеристика залежи. Константы фазовых равновесий и методы их определения. Уравнения фазовых равновесий.

**Тема 5.** Поверхностно-молекулярные свойства системы пласт-вода-нефть-газ. Взаимодействие молекул в пористой среде на границе системы порода-вода-нефть-газ. Основные параметры, характеризующие поверхностно-молекулярные свойства системы порода-вода-нефть-газ. Поверхностное натяжение на границе раздела жидкость-газ. Кинетический гистерезис смачивания. Зависимость смачивания от давления, температуры, состояния поверхности, адсорбции углеводородов на поверхности поровых каналов и др. Капиллярное давление и методы его определения.

**Тема 6.** Физические основы вытеснения газа и нефти из пористых пород. Источники пластовой энергии. Силы, действующие в залежи. Поверхностно-молекулярные явления при вытеснении газа водой. Компонентоотдача газовых и газоконденсатных месторождений. Зависимость газоотдачи от: начального газонасыщения, давления, характера изменения давления, пористости, проницаемости, остаточного давления.

## **ДИСЦИПЛИНА СКВАЖИННАЯ ДОБЫЧА НЕФТИ**

**Тема 1.** Подготовка скважин к эксплуатации. Виды скважин. Требования к конструкции скважин. Экспериментальные исследования А. Дарси. Призабойная зона скважины. Численная оценка радиуса призабойной зоны скважины. Приведенный радиус скважины. Оценка эффективности работ, следующих за первичным вскрытием. Основы вторичного вскрытия пласта.

**Тема 2.** Вызов притока и освоение скважин. Физические основы вызова притока и освоения. Критерии выбора метода вызова притока. Методы и способы вызова притока и освоения. Расчет вызова притока и освоения скважины методом замены жидкости.

**Тема 3.** Основы управления выработкой запасов и продуктивностью скважин.

**Тема 4.** Фонтанная эксплуатация скважин. Основы фонтанирования скважин. Минимальное забойное давление фонтанирования. Расчет процесса фонтанирования. Повышение эффективности процесса фонтанирования.

**Тема 5.** Газлифтная эксплуатация скважин. Особенности расчета газлифтных скважин.

**Тема 6.** Эксплуатация скважин штанговыми скважинными насосными установками.

**Тема 7.** Эксплуатация скважин бесштанговыми насосными установками.

## **ДИСЦИПЛИНА РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИРОДНОГО ГАЗА**

**Тема 1.** Развитие и состояние основ разработки газовых месторождений. Основное содержание проекта разработки газовых и газоконденсатных месторождений. Недостатки временного регламента по решаемым при проектировании проблемам.

**Тема 2.** Общие сведения о месторождении. Исходные геолого-промысловые данные, используемые при проектировании.

**Тема 3.** Общие и эффективные толщины газонефтеводонасыщенных коллекторов.

Методы получения исходных данных для оценки запасов углеводородов.

**Тема 4.** Составы и свойства газа, конденсата и нефти (при наличии оторочки). Групповой и фракционный составы конденсата.

**Тема 5.** Пластовое давление и температура и их изменение по толщине и площади залежи. Гидрогеологическая характеристика и режим залежи.

Положение газовой, газонефтяной и водонефтяной контактов.  
Переходная зона. Тип месторождения.

**Тема 6.** Методы получения исходных данных для оценки запасов углеводородов и прогнозирования показателей разработки. Определение типа залежи по углеводородам.

**Тема 7.** Методы определения термобарических параметров газа в скважинах. Использование результатов исследования скважин при проектировании разработки.

**Тема 8.** Обоснование и выбор технологического режима работы вертикальных скважин. Критерии технологических режимов.

**Тема 9.** Фазовые превращения природных углеводородных смесей. Ретроградные явления. Давление начала конденсации и максимальной конденсации.

**Тема 10.** Дебит горизонтальной скважины.

**Тема 11.** Предельный безводный и безгазовый дебит скважины.

**Тема 12.** Нагнетание в продуктивный пласт теплоносителя.

**Тема 13.** Обоснование срока ввода ДКС. Вскрытие пластов, размещение скважин. Обоснование конструкции скважин, оборудование стволов клапанами, пакером, центраторами и т.д.

## **ДИСЦИПЛИНА СООРУЖЕНИЕ И РЕМОНТА ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ И ХРАНИЛИЩ**

**Тема 1.** Технология сооружения линейной части магистрального газопровода. Производство земляных работ.

**Тема 2.** Сооружение и ремонт переходов магистральных газопроводов через естественные препятствия. Строительство через водные преграды. Обеспечение вертикальной устойчивости газопровода.

**Тема 3.** Проектирование линейной части магистрального газопровода. Выполнение технологического расчета условий прокладки. Выбор трассы



прохождения магистрального газопровода. Прочностные расчеты толщины стенки, прочности и устойчивости в проектном положении.

**Тема 4.** Технология производства строительного-монтажных работ по укладке трубопровода в траншею на проектные отметки. Линейный строительный поток. Расчет трубоукладочной колонны.

**Тема 5.** Планов-предупредительный ремонт объектов магистрального транспорта газа.

#### Рекомендуемая литература

1. Алиев З.С., Маратов Д.А. Разработка месторождений природных газов. Учебное пособие для вузов. М.: МАКС Пресс. 2011. – 340 с.
2. Вяхирев, Р.И. Теория и опыт разработки месторождений природных газов. - М.: Недра. 1999. – 411 с.
3. Гажур А.А. Теплотехника. Теплопередача и термодинамика. Учебник. – М.: РЭУ им. Г.В. Плеханова. 2017. - 277 с.
4. Дмитриев Н.М., Кадет В.В. Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика. М.: ИЦ РГУ нефти и газа. 2016. – 347 с.
5. Арустамова Ц.Т., Иванников В.Г. Гидравлика. М.: Недра, 1995.
6. Ганджумян Р.А., Калинин А.Г., Никитин Б.А. Инженерные расчеты при бурении глубоких скважин. Москва. Недра 2000 г.
7. Калинин А.Ф., Купцов С.М., Лопатин А.С., Шотиди К.Х. Термодинамика и теплопередача в технологических процессах нефтяной и газовой промышленности. Учебник для вузов. – М.: ИЦ РГУ нефти и газа. – 264 с.
8. Михайлов Н.Н. Физика нефтяного и газового пласта. Учебное пособие. М.: МАКС Пресс. 2008. – 446 с.
9. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. Учебник для вузов. – М.: ИЦ РГУ нефти и газа. 2015. – 448 с.
10. С.Д. Джоши. Основы технологии горизонтальной скважины. 2003. -155 с.

11. Грачёв С.И. Разработка нефтяных месторождений горизонтальными скважинами. 2015. -144 с.
12. Желтов Ю.П. и др. Сборник задач по разработке нефтяных месторождений. 1985. -296 с.
13. Тер-Саркисов Р.М. Разработка месторождений природных газов. - М.: Недра. 1999. – 658 с.
14. Физика нефтяного и газового пласта. Методические указания для практических занятий студентов бакалавриата направления 21.03.01. - СПб: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». 2016. – 44 с.;
15. Харитонов В. А. Строительство магистрального трубопровода нефти и газа: монография - Москва: Издательство АСВ, 2008
16. Ю. Н. Забродин, В. В. Курочкин, В. Д. Шапиро Строительство магистральных трубопроводов. Технологии, организация, управление. Справочное пособие – Москва: Омега-Л, 2013;
17. СП 86.13330.2012 Магистральные трубопроводы;
18. СП36.13330.2012 Магистральные трубопроводы.