

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электротехнических комплексов

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН ФМА

к.т.н. Вильбергер М. Е.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Основы нефтегазового дела**

Образовательная программа: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств,  
профиль: Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовом комплексе

Курс: 2, семестр : 4

Факультет мехатроники и автоматизации,

|    |                                                                                                      | Семестр |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| №  | Вид деятельности                                                                                     | 4       |
| 1  | Всего зачетных единиц (кредитов)                                                                     | 4       |
| 2  | Всего часов                                                                                          | 144     |
| 3  | Всего занятий в контактной форме, час.                                                               | 48      |
| 4  | Лекции, час.                                                                                         | 18      |
| 5  | Практические занятия, час.                                                                           | 18      |
| 6  | Лабораторные занятия, час.                                                                           | 0       |
| 7  | из них в активной и интерактивной форме, час.                                                        | 0       |
| 8  | Аттестация, час.                                                                                     | 2       |
| 9  | Консультации, час.                                                                                   | 10      |
| 10 | Самостоятельная работа, час.                                                                         | 96      |
| 11 | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе) | РГЗ     |
| 12 | Вид аттестации                                                                                       | ДЗ      |

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

ФГОС введен в действие приказом №200 от 12.03.2015 г. , дата утверждения: 27.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭТК, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Штанг А. А.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Щуров Н. И.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Аносов В. Н.

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.7 способность участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем; в части следующих результатов обучения:</b>                                                                                                                                                                                                               |  |
| 32. знать основные технологические процессы и виды оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.9 способность определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления; в части следующих результатов обучения:</b> |  |
| у1. уметь проводить анализ отдельного технологического процесса, определять основные показатели качества                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| у3. уметь анализировать технологический процесс с точки зрения проектирования систем автоматизации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |

## 2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

| Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                | Формы организации занятий                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <i>Основы нефтегазового дела</i>                                                                                                                                                                                                                               |                                                      |
| <b>ПК.7.32 знать основные технологические процессы и виды оборудования</b>                                                                                                                                                                                     |                                                      |
| 1.Краткую историю развития и становления нефтегазовой отрасли; роль и место углеводородов на современном этапе цивилизации. Основные продукты нефтехимии. Теории образования углеводородов. Основы нефтегазопромысловой геологии и основные виды оборудования. | Лекции; Самостоятельная работа                       |
| <b>ПК.9.у1 уметь проводить анализ отдельного технологического процесса, определять основные показатели качества</b>                                                                                                                                            |                                                      |
| 2.Проводить деление по фракционному составу углеводородов. Определять химико-физические свойства основных углеводородных газов и нефти; их энергетические показатели. Знать геофизические методы исследования недр.                                            | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| <b>ПК.9.у3 уметь анализировать технологический процесс с точки зрения проектирования систем автоматизации</b>                                                                                                                                                  |                                                      |
| 3.Проводить основную типологизацию и систематизацию процессов в нефтегазовой отрасли. Уметь проводить расчеты по определению основных параметров природного газа с различным компонентным составом.                                                            | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |

## 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лекций                            | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность |
|----------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 4</b>                      |                      |      |                               |                      |
| <b>Дидактическая единица: Введение</b> |                      |      |                               |                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                           |   |   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Л1. Введение в курс                                                                                                                                                                                                                                    | 0 | 1 | 1       | <p>1.1 Цели и задачи курса "Основы нефтегазового дела".</p> <p>1.2 Место энергоресурсов в современной цивилизационной модели. Роль жидких и газообразных углеводородов в структуре мировой энергетики.</p> <p>1.3 Этапы в освоении и использовании энергии. Энергия и производственные силы. Связь ВВП и энергопотребления.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p><b>Дидактическая единица: Краткая история развитая технологических процессов в нефтегазовой отрасли, место и роль жидких углеводородов на современном этапе. Компонентный состав и основные физико-химические показатели жидких углеводородов.</b></p> |   |   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>2. Л2. История развития и становления нефтяной индустрии.</p> <p>Применение УВ в различных отраслях.</p>                                                                                                                                               | 0 | 2 | 1, 2, 3 | <p>2.1 Отдельные факты истории применения нефти. Развитие и становление нефтяной отрасли. 2.1.1. Первые упоминания использования нефти: в медицине; в строительстве; в военном деле. 2.1.2. Становление нефтяной индустрии: освещение и изобретение керосиновой лампы; становление и развитие нефтяной отрасли с середины до конца XIX в.: Standard Oil; развитие нефтепромыслов в России. Изобретение ДВС-нефть, как основной источник топлива. 2.1.3 Войны XX в. и роль УВ. Энергетический кризис и образование ОПЕК 2.1.4 Роль нефти на современном этапе: добыча и запасы нефти; основные страны-производители и потребители нефти; крупнейшие месторождения мира; основные производители нефти в РФ, структура экспорта; перспективные районы нефтедобычи. Стоп-факторы развития УВ индустрии в РФ.</p> <p>2.2. Основные продукты нефтехимии: топлива; масла и смазки; полимерные материалы и пластмассы.</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                     |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Л3. Нефть: основные физико-химические свойства.                                                                                                                                                                                                  | 0 | 2 | 2 | <p>3.1. Определение понятия и компонентный состав нефти. Деление на основные группы (алканы, цикланы, арены и непредельные): общие молекулярные формулы; молекулярное строение; гомологические ряды; область применения.</p> <p>3.2. Деление нефти и нефтепродуктов по плотности. Деление нефти по фракционному составу.</p> <p>3.3. Плотность, динамическая и кинематическая вязкость, сжимаемость, температурный коэффициент; испаряемость; специфические: люминесценция, оптическая активность.</p> |
| <b>Дидактическая единица: Краткая история развитая технологических процессов в нефтегазовой отрасли, место и роль природного газа на современном этапе. Компонентный состав и основные физико-химические показатели газообразных углеводородов.</b> |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4. Л4. История развития и становления газовой индустрии. Применение природного газа различных отраслях.                                                                                                                                             | 0 | 2 | 1 | <p>Мировые запасы газа. Крупнейшие импортёры и экспортёры газа. Роль природного газа в ТЭК РФ. Крупнейшие газовые месторождения и перспективные газоносные районы. Структура потребления газа в РФ. "Газпром" - основной производитель газа, макропоказатели компании. Пути и объёмы поставки газа в ЕС. Основные потребители природного газа.</p>                                                                                                                                                     |
| 5. Л5. Природный газ: основные физико-химические свойства.                                                                                                                                                                                          | 0 | 2 | 2 | <p>Компонентный состав природного газа. Деление природных газов. Понятие сухого и жирного газа. Месторождения: газовые; газоконденсатные; попутный газ. Одоризация. Определение молекулярной массы газов; плотности газов; вязкость; растворимость газов. Упругость или давление насыщенных паров некоторых индивидуальных газов. Понятие критической температуры и давления. Сжиженные углеводородные газы.</p>                                                                                       |
| <b>Дидактическая единица: Энергетическая ценность УВ, общие вопросы безопасности при работе с УВ.</b>                                                                                                                                               |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                                                                            |   |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. Л6. Сравнение энергоемкости различных углеводородов (УВ).                                                               | 0 | 1 | 2    | <p>6.1 Понятие об эквивалентной единице условного топлива. Сравнение энергетических эквивалентов различных горючих ископаемых, теплота сгорания отдельных газов. Стехиометрическое уравнение.</p> <p>6.2 Безопасность работы нефтегазовых предприятий: температура вспышки; нижний (верхний) концентрационный предел воспламенения; токсичность УВ и классификация вредных веществ по ПДК.</p>                                                                                                                                                               |
| <b>Дидактическая единица: Теории образования углеводородов. Поиск нефтегазовых месторождений и их геологическая среда.</b> |   |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 7. Л7. Теории происхождения нефти и газа.                                                                                  | 0 | 1 | 1    | <p>Основные гипотезы образования нефти: органическая и абиогенная. Стадийность образования нефти на основе органической теории: осадконакопление, биохимическая, потокагенез, мезокатагенез, миграция. Иные гипотезы происхождения нефти.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 8. Л8. Основы геологии нефтяных и газовых месторождений.                                                                   | 0 | 2 | 1, 2 | <p>8.1 Области образования нефти и газа в земной коре; нефтяное облако; глубины залегания УВ. Основные мировые нефтегазовые бассейны.</p> <p>8.2 Подразделение осадочных пород; виды складок.</p> <p>8.3 Основные показатели и физические характеристики горных пород (абсолютная и теоретическая пористость; факторы определяющие суммарный объем пор; эффективная пористость и коэффициент насыщения; проницаемость).</p> <p>8.4 Классификация коллекторов и ловушек.</p> <p>8.5 Понятие залежи; классификация и распределение углеводородов в залежи.</p> |

|                                                                                                                                                                                                   |   |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9. Л9. Поиск нефтегазовых месторождений, технологии исследования недр; бурение.                                                                                                                   | 0 | 2 | 1, 2 | <p>9.1 Поиск и оценка нефтегазовых месторождений. Стадии и этапы поисково-разведочных работ.</p> <p>9.2 Методы и технологии исследования недр (сейсморазведка, электроразведка, магниторазведка, гравиразведка; дополнительные методы: газовая и бактериологические съемки, гидрохимический метод и др.).</p> <p>9.3 Бурение картировочных и поисковых скважин. Классификация геологоразведочных скважин. Деление обнаруженных запасов по категориям.</p> |
| <p><b>Дидактическая единица: тенденции и перспективы развития производства УВ.</b></p> <p><b>Нетрадиционные УВ ресурсы. Структура энергетического сектора в XXI в. Экологические факторы.</b></p> |   |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                                                                                              |   |   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10. Л10. Перспективы развития ТЭК. Разработка нетрадиционных видов УВ. Экологический фактор. | 0 | 3 | 1, 2, 3 | <p>10.1 Возобновляемость и запасы УВ. Стоп-факторы и проблемы отрасли. Технологический прогресс в ТЭК нетрадиционные УВ ресурсы: сланцевый газ и нефть; битумные породы; угольный метан; разработка арктического шельфа; газовые гидраты; роль нефти и природного газа в энергетике XXI в.</p> <p>10.2 Общемировые тенденции, перспективы развития энергетики и доля альтернативной в ней. Структура альтернативной и нетрадиционной энергетики: солнечная; ветровая; геотермальная. Уголь - старейший промышленный энергоресурс. "Водородная" энергетика. Атомная энергетика на пути к термоядерной. Плотность потока энергии, "энергетическая эффективность" или energy return on energy invested (EROEI).</p> <p>10.3 Экологический фактор. Проблемы выбросов парниковых газов и удельная эмиссия диоксида углерода от различных энергетических источников.</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Таблица 3.2

| Темы практических занятий                                                      | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 4</b>                                                              |                      |      |                               |                      |
| <b>Дидактическая единица: Основные физико-химические показатели углеводов.</b> |                      |      |                               |                      |

|                                                                                                                                      |   |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. П.1-2 Определение молекулярной массы и плотности попутного газа.                                                                  | 0 | 4 | 2, 3 | П1.Введение, основы органической химии: основные химические и физические свойства углеводородов; общие молекулярные формулы и молекулярное строение; гомологические ряды; полимеры.<br>П2.Решение задач по расчету молекулярной массы и плотности газа при нормальных и стандартных условиях. Определение относительной плотности газа по воздуху.                                                                               |
| 2. П.3-4 Определение псевдокритических температуры и давления. Установление коэффициента сверхсжимаемости и секундного расхода газа. | 0 | 4 | 2, 3 | Группа задач направленных на установление: псевдокритических температуры и давления; приведенных параметров газа; плотностей при нормальных и рабочих условиях; коэффициента сверхсжимаемости; секундного расхода.                                                                                                                                                                                                               |
| 3. П.5-6 Гидравлические расчеты промысловых продуктопроводов                                                                         | 0 | 4 | 2, 3 | Задачи по гидравлическому расчету промысловых нефтепродуктопроводов с установлением: средней скорости течения жидкости; режима течения жидкости ламинарный или турбулентный; коэффициента гидравлического сопротивления; перепада давления в различных единицах измерения; потери напора на преодоление сил трения по соотношению Дарси-Вейсбаха; Определить пропускную способность нефтепровода на основе зависимости Бернулли. |
| 4. П.7-8 Гидравлические расчеты газопроводов. Тематические презентационные выступления.                                              | 0 | 6 | 2, 3 | Гидравлические расчеты простых газопроводов. Проведение публичных презентаций студентами по выбранной и проработанной тематике.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Таблица 3.3

| Темы для самостоятельного изучения                                                 | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 4</b>                                                                  |                      |      |                               |                      |
| <b>Дидактическая единица: Основные физико-химические показатели углеводородов.</b> |                      |      |                               |                      |

|                                                     |   |    |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------|---|----|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Закрепление материала и выполнение расчетов      | 0 | 10 | 2, 3    | Закрепление материала по физико-химическим свойствам; по молекулярному строению и молекулярным формулам отдельных углеводородных соединений по группам алканы, цикланы, арены и непредельные. Проработка и решение задач по определению молекулярной массы многокомпонентного газа; установление его плотности и оценка плотности газа по воздуху; определение псевдокритических температуры и давления, а также приведенных параметров газа, коэффициента сжимаемости; секундного расхода. Проведение гидравлических расчетов с определением: средней скорости течения жидкости; режима течения жидкости (ламинарный или турбулентный); коэффициента гидравлического сопротивления; потери напора; пропускную способность нефтепровода. Повторение лекционного материала. |
| 2. Подготовка реферата и презентационных материалов | 0 | 11 | 1, 2, 3 | Сбор, анализ и проработка материала для подготовки реферата по выбранной теме. Подготовка презентационных материалов для представления и защиты реферата.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

#### 4. Самостоятельная работа обучающегося

| №                                                                     | Виды самостоятельной работы                       | Ссылки на результаты обучения | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 4</b>                                                     |                                                   |                               |                    |                      |
| 1                                                                     | РГЗ                                               | 2, 3                          | 30                 | 2                    |
| Выполнение РГЗ включает две части: решение задач и написание реферата |                                                   |                               |                    |                      |
| 2                                                                     | Подготовка к занятиям                             | 2, 3                          | 20                 | 5                    |
| Решение задач                                                         |                                                   |                               |                    |                      |
| 3                                                                     | Подготовка к аттестации                           | 1                             | 25                 | 3                    |
| Проработка и повторение материала лекций.                             |                                                   |                               |                    |                      |
| 4                                                                     | Самостоятельное изучение теоретического материала | 1, 2, 3                       | 21                 | 0                    |
| Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3                       |                                                   |                               |                    |                      |

## 5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

| Деятельность                  | Информационно-коммуникационные технологии |
|-------------------------------|-------------------------------------------|
| Консультирование              | e-mail                                    |
| Размещение учебных материалов | ЭБС                                       |

## 6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

| Оцениваемые виды деятельности обучающихся                          | Мин. балл | Максимальный балл |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>Семестр: 4</b>                                                  |           |                   |
| <i>Лекция:</i>                                                     | 12        | 24                |
| <i>Практические занятия:</i>                                       | 12        | 24                |
| <i>РГЗ:</i>                                                        | 16        | 32                |
| Контролирующие материалы - Задачи список вопросов : Темы рефератов |           |                   |
| <i>Зачет:</i>                                                      | 10        | 20                |
| Контролирующие материалы - список вопросов                         |           |                   |

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

| Коды компетенций ФГОС | Результаты обучения                                                                                      | Формы контроля |       |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|
|                       |                                                                                                          | Защита РГЗ     | Зачет |
| <b>ПК.7</b>           | зн. знать основные технологические процессы и виды оборудования                                          | +              | +     |
| <b>ПК.9</b>           | у1. уметь проводить анализ отдельного технологического процесса, определять основные показатели качества | +              | +     |
|                       | у3. уметь анализировать технологический процесс с точки зрения проектирования систем автоматизации       | +              | +     |

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

## 7. Литература

Основная литература

1. Коршак А.А. Нефтегазопромысловое дело [Электронный ресурс]: введение в специальность. Учебное пособие для вузов/ А.А. Коршак— Электрон. текстовые данные.— Ростов-на-Дону: Феникс, 2015.— 349 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59395.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Шадрина А.В. Основы нефтегазового дела [Электронный ресурс]/ Шадрина А.В., Крец В.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 213 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/39555.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Лутошкин Г. С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды : [учебник для вузов по специальности "Технология и комплексная механизация разработки нефтяных и газовых месторождений"] / Г. С. Лутошкин. - М., 2005. - 318, [1] с. : ил. - Перепеч. со 2-го изд. 1979 г..
4. Тетельмин В. Нефтегазовое дело. Полный курс : учебное пособие / В. В. Тетельмин. - Долгопрудный, 2009
5. Бирюков В. В. Оборудование нефтегазовых производств : [учебник] / В. В. Бирюков, А. А. Штанг. - Новосибирск, 2016. - 512, [1] с. : ил., табл.

#### *Дополнительная литература*

1. Тетельмин В. В. Основы нефтегазовой инженерии : учеб. пособие / В. В. Тетельмин, В. А. Язев. – 2-е изд., доп. – М. : Сайнс-Пресс, 2009. – 344 с. – (Нефтегазовая инженерия).
2. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа : [учебное пособие для подготовки дипломированных специалистов по направлениям 657300 "Оборудование и агрегаты нефтегазового производства и др.] / С. А. Ахметов [и др.] ; под ред. С. А. Ахметова. - СПб., 2006. - 871 с. : ил.
3. Дэниел Ергин В поисках энергии [Электронный ресурс]: ресурсные войны, новые технологии и будущее энергетики/ Ергин Дэниел— Электрон. текстовые данные.— М.: Альпина Паблишер, 2016.— 712 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42039.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Геология и геохимия нефти и газа [Электронный ресурс]: учебник/ О.К. Баженова [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2012.— 432 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13049.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Пономарева Г.А. Углеводороды нефти и газа. Физико-химические свойства [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Г.А. Пономарева— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 99 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61419.html>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Попель О.С. Возобновляемая энергетика в современном мире [Электронный ресурс]: учебное пособие/ О.С. Попель, В.Е. Фортов— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2015.— 450 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57009.html>.— ЭБС «IPRbooks»
7. Сидорович В. Мировая энергетическая революция [Электронный ресурс]: как возобновляемые источники энергии изменят наш мир/ В. Сидорович— Электрон. текстовые данные.— М.: Альпина Паблишер, 2016.— 208 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43701.html>.— ЭБС «IPRbooks»
8. Воробьев А.Е. История нефтегазового дела в России и за рубежом [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Воробьев А.Е., Синченко А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский университет дружбы народов, 2013.— 140 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22389.html>.— ЭБС «IPRbooks»
9. Мстиславская Л. П. Нефть и газ - от поисков до переработки : (введение в специальности по нефтегазовым технологиям) / Л. П. Мстиславская. - М., 2008. - 306 с. : ил.

10. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа : [учебное пособие для подготовки дипломированных специалистов по направлениям 657300 "Оборудование и агрегаты нефтегазового производства и др.] / С. А. Ахметов [и др.] ; под ред. С. А. Ахметова. - СПб., 2006. - 871 с. : ил.
11. Кудинов В. И. Основы нефтегазопромыслового дела : учебник для вузов / В. И. Кудинов. - М., 2005. - 727 с., [1] л. портр. : ил.,
12. Хлебников В. В. Топливо-энергетический комплекс России в XXI веке. Стратегия развития энергетического будущего : монография / В. В. Хлебников. - М., 2006. - 331 с.
13. Технология переработки нефти. Ч. 1 : [учебное пособие для вузов по специальности "Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов" направления "Химическая технология органических веществ и топлива"] / [О. Ф. Глаголева и др.] ; под ред. О. Ф. Глаголевой, В. М. Капустина]. - М., 2007. - 398, [1] с.

#### *Интернет-ресурсы*

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

### **8. Методическое и программное обеспечение**

#### *8.1 Методическое обеспечение*

1. Штанг А. А. Основы нефтегазового дела [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Штанг ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000236093](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000236093). - Загл. с экрана.

#### *8.2 Специализированное программное обеспечение*

- 1 Microsoft Office
- 2 Microsoft Office
- 3 Microsoft Windows

### **9. Материально-техническое обеспечение**

Презентационное оборудование

| № | Наименование                                                                         | Назначение                                                |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1 | Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) | Используется при проведении лекций и практических занятий |

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электротехнических комплексов

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН ФМА  
к.т.н., доцент М.Е. Вильбергер  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ \_\_\_\_ г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Основы нефтегазового дела

Образовательная программа: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, профиль: Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовом комплексе

# 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Основы нефтегазового дела приведена в Таблице.

Таблица

| Формируемые компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)                                         | Темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Этапы оценки компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Мероприятия текущего контроля (РГЗ(Р) и др.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Промежуточная аттестация (зачет) |
| ПК.7/ПТ способность участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем                                                                                                                                                                                                               | 32. знать основные технологические процессы и виды оборудования                                          | Л9. Поиск нефтегазовых месторождений, технологии исследования недр; бурение. Подготовка реферата и презентационных материалов<br>Л10. Перспективы развития ТЭК. Разработка нетрадиционных видов УВ. Экологический фактор. Л12. История развития и становления нефтяной индустрии. Применение УВ в различных отраслях. Л4. История развития и становления газовой индустрии. Применение природного газа различных отраслях. Л7. Теории происхождения нефти и газа. Л8. Основы геологии нефтяных и газовых месторождений.                                                                                                                                | РГЗ, часть I, раздел 4, анализ и проработка материала для подготовки по выбранной теме. Подготовка презентационных материалов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Зачет, вопросы 1-11; 13-34       |
| ПК.9/ПТ способность определять номенклатуру параметров продукции и технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления | у1. уметь проводить анализ отдельного технологического процесса, определять основные показатели качества | Л3. Нефть: основные физико-химические свойства. Л5. Природный газ: основные физико-химические свойства. Л6. Сравнение энергоемкости различных углеводородов (УВ). Л8. Основы геологии нефтяных и газовых месторождений. Л9. Поиск нефтегазовых месторождений, технологии исследования недр; бурение. П.1-2 Определение молекулярной массы и плотности попутного газа. П.3-4 Определение псевдокритических температуры и давления. Установление коэффициента сверхсжимаемости и секундного расхода газа. П.5-6 Гидравлические расчеты промысловых продуктопроводов П.7-8 Гидравлические расчеты газопроводов. Тематические презентационные выступления. | РГЗ, часть II, Закрепление материала по физико-химическим свойствам; по молекулярному строению и молекулярным формулам отдельных углеводородных соединений по группам алканы, цикланы, арены и непредельные. Проработка и решение задач по определению молекулярной массы многокомпонентного газа; установление его плотности и оценка плотности газа по воздуху; определение псевдокритических температуры и давления, а также приведенных параметров газа, коэффициента сверхсжимаемости; секундного расхода. Проведение гидравлических расчетов с определением: средней скорости течения жидкости; режима течения жидкости (ламинарный или турбулентный); коэффициента гидравлического сопротивления; потери напора; пропускную способность нефтепровода. | Зачет, вопросы 12-34; 43-60      |

|         |                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                |                      |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| ПК.9/ПТ | у3. уметь анализировать технологический процесс с точки зрения проектирования систем автоматизации | Л10. Перспективы развития ТЭК. Разработка нетрадиционных видов УВ. Экологический фактор. Подготовка реферата и презентационных материалов П.3-4<br>Определение псевдокритических температуры и давления. Установление коэффициента сверхсжимаемости и секундного расхода газа. П.5-6 Гидравлические расчеты промысловых продуктопроводов П.7-8 Гидравлические расчеты газопроводов. Тематические презентационные выступления. | РГЗ, часть I, раздел 4, анализ и проработка материала для подготовки по выбранной теме. Подготовка презентационных материалов. | Зачет, вопросы 35-42 |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 4 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.7/ПТ, ПК.9/ПТ.

Зачет проводится в устной форме по билетам. Билет содержит 3 вопроса из списка: 1 вопрос из диапазона вопросов 1-14, 2 вопрос из диапазона вопросов 15-35, 3 вопрос – задача (вопросы 36-44). В случае несогласия студента с оценкой студенту могут быть заданы дополнительные устные вопросы из списка. Вопросы к зачету приведены в паспорте зачета.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.7/ПТ, ПК.9/ПТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### Общая характеристика уровней освоения компетенций.

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с

освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»  
Кафедра электротехнических комплексов

## Паспорт зачета

по дисциплине «Основы нефтегазового дела», 4 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме по билетам (задача в письменном виде). Билет содержит 3 вопроса из списка: 1 вопрос из диапазона вопросов 1-11; 35-42, 2 вопрос из диапазона вопросов 12-34, 3 вопрос – задача (вопросы 43-60). В случае несогласия студента с оценкой студенту могут быть заданы дополнительные устные вопросы из списка.

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет Мехатроники и автоматизации

Билет № \_\_\_\_\_

к зачету по дисциплине «Основы нефтегазового дела»

1. Структура мировой энергетики. Место и роль УВ (углеводородов) на современном этапе развития цивилизации.
2. Общие формулы образования основных групп УВ и варианты их строения.
3. По известному составу компонентной газовой смеси определить псевдокритические давление  $P_{пкр}$  и температуру  $T_{пкр}$ , а также приведенные температуры и давления при нормальных условиях.

| Компонент  | CH <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> S |
|------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------|
| Объём, %   | 93,80           | 2                             | - - -                         | 1,50                           | 0,5                            | 1,20            | 1                |
| Тп кр, К   | 190,5           | 305,4                         | 369,8                         | 408,1                          | 460,4                          | 304             | 373,4            |
| Рп кр, МПа | 4,88            | 5,07                          | 4,42                          | 7,64                           | 3,51                           | 7,64            | 9,06             |

Утверждаю: зав. кафедрой ЭТК \_\_\_\_\_ Щуров Н.И.  
(подпись)

\_\_\_\_\_ 201 г.  
(дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на билет (тест) для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 10 баллов.

- Ответ на билет (тест) для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *10-13 баллов*.
- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *14-17 баллов*.
- Ответ на билет (тест) для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *18-20 баллов*.

### 3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Вопросы к зачету по дисциплине «Основы нефтегазового дела»

1. Структура мировой энергетики. Место и роль УВ (углеводородов) на современном этапе развития цивилизации.
2. Темпы роста энергопотребления в мире (со времени становления промышленной революции (XIX в.) до современного этапа). Динамика смены основного общемирового энергоресурса.
3. Распределение углеводородов в мире.
4. Основные производители и потребители нефти по странам (привести 7-10 стран), объемы добычи нефти на современном этапе развития. Самые крупные нефтяные месторождения мира.
5. Основные производители и потребители газа по странам (привести 5-7 стран), объемы добычи газа на современном этапе развития. Самые крупные газовые месторождения мира.
6. Первые упоминания о нефти, история применения и использования нефти до промышленной революции. Первые упоминания об использовании природного газа.
7. Основные этапы становления и развития нефтяной промышленности.
8. Основные этапы становления и развития газовой промышленности.
9. Основные вызовы: добычи, воспроизводства газа на современном этапе развития (в мире и РФ).
10. Основные вызовы: добычи, воспроизводства нефти на современном этапе развития (в мире и РФ).
11. Место и роль НГК в современной России.
12. Роль УВ в химической промышленности. Основные виды продуктов переработки нефтехимического производства.
13. Дать одно из определений понятий нефти и природного газа. Элементный состав УВ, деление на основные группы.

14. Общие формулы образования основных групп УВ и варианты их строения. Молекулярная запись. Сферы назначения и использования. Группа: парафиновые; нафтеновые.
15. Общие формулы образования основных групп УВ и варианты их строения. Молекулярная запись. Сферы назначения и использования. Группа: ароматические, олефиновые.
16. Основные характеристики и физико-химические свойства нефти. (сжимаемость; температурный коэффициент; температура застывания; специфические свойства: люминесценция, оптическая активность нефти; диэлектрические свойства нефти; реологические характеристики; испаряемость).
17. Основные характеристики и физико-химические свойства нефти. Плотность и вязкость нефти, способы её изменения (плотность нефти; динамическая и кинематическая вязкости; ламинарный и турбулентный потоки; что характеризует число Рейнольдса).
18. Деление нефти по фракционному составу. Плотности нефти и нефтепродуктов.
19. Классификация нефтей в зависимости от содержания серы, парафина, смол и других компонентов. Классификация по размерам частиц (гомогенная; коллоидная; грубодисперсная система).
20. Природный газ. Компонентный состав природного газа, формулы отдельных газов и их гомологические ряды, варианты строения. Дать определение понятия сухого и «жирного» газов.
21. Основные характеристики и физико-химические свойства газа (молекулярная масса; плотность газа; плотность газа по воздуху; растворимость газа; диапазон вязкости газа).
22. Основные характеристики и физико-химические свойства газа (закон состояния идеального газа; дать понятие критической температуры и давления; привести примеры для отдельных УВ газов).
23. Сжиженные углеводородные газы. Условия для перевода газов в сжиженное состояние. Сферы применения.
24. Газовые гидраты, условия образования, компонентный состав (молекулярная формула и структура; условия образования газовых гидратов; оценка запасов).
25. Деление газа по группам в зависимости от месторождения: газовые месторождения; газоконденсатных месторождения; попутный газ или газ добываемый из нефтяного месторождения. Газовая залежь.
26. Нижний и верхний предел воспламенения, температура воспламенения. Классификация легковоспламеняемых жидкостей. Что понимается под предельно допустимыми нормами вредных веществ и на какие классы они подразделяются.
27. Дать сравнительную оценку энергоёмкостей углеводородов. Определение понятия эквивалентной единицы условного топлива. Привести энергетические эквиваленты различных горючих ископаемых. В общем виде представить стехиометрическое уравнение.
28. Основные теории образования нефти. Стадийность процессов нефтеобразования.
29. Классификация осадочных пород, поверхности напластования, синеклизы, антиклизы. Виды складок.
30. Основные характеристики осадочных пород: пористость абсолютная, теоретическая; коэф. пористости; эффективная пористость и проницаемость. Условия движения УВ по пласту. Виды геологических платформ (геосинклинальная и платформенная область).
31. Природные коллекторы нефти и газа (поровые; кавернозные; трещиноватые). Что понимается под ловушкой. Классификация типов ловушек.

32. Очаг генерации (жидких и газообразных) УВ, область глубин основного образования УВ. Нефтегазовое месторождение и его разновидности; массивная и сводная залежь. Внешние и внутренние контуры нефте- и газоносности.
33. Назначение и этапы поисково-разведочных работ. Технологии существующих типов геологоразведки. Гидрогеохимические методы.
34. Назначение и классификация геологоразведочных скважин. Методы и способы исследования скважин. Деление по категориям обнаруженных запасов углеводородов.
35. Промышленная разработка новых видов УВ (сланцевая нефть; битумные, сверхтяжелые нефти и нефтяные пески; угольный метан).
36. Прогнозные запасы основных источников энергии.
37. Прогноз энергопотребления в мире до 2050 г. по основным источникам энергии (уголь/нефть/газ/ возобновляемая энергетика). Текущее состояние и прогноз долей различных видов первичных энергоресурсов в мире. Прогноз динамики смены основных источников энергии.
38. Динамика роста мировой нефтегазодобычи. Понятие «пика» производства нефти. Перспективы развития энергетики.
39. Сланцевый газ (нефть). Геологические условия формирования. Технологии добычи. Риски и перспективы.
40. Вызовы УВ сырью. Альтернативная энергетика (солнечная). Преимущества и недостатки технологии. Прогноз динамики вклада возобновляемый энергетике до 2050 г.
41. Вызовы УВ сырью. Альтернативная энергетика (ветровая). Преимущества и недостатки технологии. Прогноз динамики вклада возобновляемый энергетике до 2050 г.
42. Перспективы и ограничения развития биоэнергетики.
43. Плотность потока энергии. Что характеризует коэффициент EROEI (Energy Return On Energy Invested). Себестоимость производства энергии с учетом полного жизненного цикла.
44. Проблема парниковых газов и удельная эмиссия диоксида углерода при получении энергии из различных видов источников.
45. По трубопроводу с внутренним диаметром  $150\text{ мм}$  и подается нефть в количестве  $250\text{ м}^3/\text{сут}$ , плотностью  $\rho = 0,77\text{ т/м}^3$ . Определить среднюю скорость течения нефти (размерность  $\text{м/с}$ ).
46. Бавлинская нефть подается по трубопроводу с внутренним диаметром  $200\text{ мм}$  в количестве  $400\text{ м}^3/\text{сут}$ , плотность  $\rho = 864\text{ кг/м}^3$ . Определить среднюю скорость течения нефти (размерность  $\text{м/с}$ ).
47. По трубопроводу с наружным диаметром в  $120\text{ мм}$ , толщиной стенки  $5\text{ мм}$  и длиной  $3\text{ км}$  транспортируется нефть в количестве  $100\text{ м}^3/\text{сут}$ , плотностью  $\rho = 800\text{ кг/м}^3$ . Определить среднюю скорость течения нефти в размерностях  $\text{м/с}$ . Сколько потребуется времени для того, чтобы перекачать нефть от начальной до конечной точки нефтепровода?
48. По трубопроводу круглого сечения с наружным диаметром  $100\text{ мм}$ , толщиной стенки  $5\text{ мм}$  и длиной  $1,275\text{ км}$  подается нефть в количестве  $300\text{ м}^3/\text{сут}$ , плотностью  $\rho = 820\text{ кг/м}^3$ . Определить среднюю скорость течения нефти в размерности  $\text{м/с}$ . Сколько потребуется времени для того, чтобы перекачать нефть от начальной до конечной точки нефтепровода?
49. По трубопроводу с внутренним диаметром  $150\text{ мм}$  и длиной  $1,5\text{ км}$  подается нефть в количестве  $250\text{ м}^3/\text{сут}$ , с вязкостью в  $5\text{ Ст}$ . Определить по числу Рейнольдса режим течения жидкости.
50. По трубопроводу с внутренним диаметром  $100\text{ мм}$  и длиной  $1\text{ км}$  подается нефть в количестве  $300\text{ м}^3/\text{сут}$ , плотностью  $\rho = 0,8\text{ т/м}^3$  и вязкостью в  $10\text{ Ст}$ . Определить по числу Рейнольдса режим течения жидкости.

51. Определить потери напора (в размерности м) на преодоление сил трения по длине трубопровода круглого сечения по формуле Дарси-Вейсбаха, с внутренним диаметром 200 мм и длиной 5 км. Нефть подается в количестве 300 т/сут, плотностью  $\rho = 0,8 \text{ т/м}^3$  и вязкостью в 5 См, число Рейнольдса равно 55,2.

52. Определить потери напора (м) на преодоление сил трения по длине трубопровода круглого сечения по формуле Дарси-Вейсбаха внутренним диаметром 200 мм и длиной 5 км. Нефть подается в количестве 300 т/сут, плотностью вязкостью в 5 См, со средней скоростью течения нефти 0,5 км/ч и числом Рейнольдса равным  $Re = 55,2$ .

53. Определить молекулярную массу нефтяного газа Усть-Вилуйского месторождения с составом, установленным после проведения хроматографического анализа. Определить плотность газа по воздуху при нормальных ( $V_0 = 22,414$ ) и стандартных ( $V_{cm} = 24,05$ ) условиях (Молекулярные массы газов  $C \approx 12$ ,  $N \approx 14$ ,  $S \approx 32$ )

| Компонентный состав природного газа и доля отдельных компонентов |                 |                               |                               |                                |                                |                 |                  |
|------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------|
| Компонент                                                        | CH <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> S |
| Объём %                                                          | 94,90           | 2,20                          | 2,0                           | 0,50                           | 0,29                           | 0,20            | ---              |

54. Определить молекулярную массу нефтяного газа месторождения N с составом, установленным после проведения хроматографического анализа. Определить плотность газа по воздуху при нормальных ( $V_0 = 22,414$ ) и стандартных ( $V_{cm} = 24,05$ ) условиях (Молекулярные массы газов  $C \approx 12$ ,  $N \approx 14$ ,  $S \approx 32$ )

| Компонентный состав природного газа и % доля отдельных компонентов |                 |                               |                               |                                |                                |                 |                  |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------|
| Компонент                                                          | CH <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> S |
| Объём %                                                            | 93,80           | 2                             | ---                           | 1,50                           | 0,5                            | 1,20            | 1                |

55. Определить молекулярную массу нефтяного газа месторождения N с составом, установленным после проведения хроматографического анализа. Определить плотность газа по воздуху при нормальных ( $V_0 = 22,414$ ) и стандартных ( $V_{cm} = 24,05$ ) условиях. (Молекулярные массы газов  $C \approx 12$ ,  $N \approx 14$ ,  $S \approx 32$ )

| Компонентный состав природного газа и % доля отдельных компонентов |                 |                               |                               |                                |                 |                  |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------|
| Компонент                                                          | CH <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> S |
| Объём %                                                            | 73              | 10                            | 5                             | 7                              | 3               | 2                |

56. По известному составу компонентной газовой смеси определить псевдокритические давление  $P_{пкр}$  и температуру  $T_{пкр}$ , а также приведенные температуры и давления при нормальных условиях.

| Компонент  | CH <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> S |
|------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------|
| Объём, %   | 93,80           | 2                             | ---                           | 1,50                           | 0,5                            | 1,20            | 1                |
| Тп кр, К   | 190,5           | 305,4                         | 369,8                         | 408,1                          | 460,4                          | 304             | 373,4            |
| Рп кр, МПа | 4,88            | 5,07                          | 4,42                          | 7,64                           | 3,51                           | 7,64            | 9,06             |

57. По известному компонентному составу газового месторождения Русское определить псевдокритические давление  $P_{пкр}$  и температуру  $T_{пкр}$ , а также приведенные температуры и давления при нормальных условиях ( $P_0 = 0,101325 \text{ МПа}$  (можно принять  $\approx 0,1 \text{ МПа}$ );  $T = T_0 = 273,15 \text{ К} = 0^\circ \text{C}$ ).

| Компонентный состав природного газа (месторождение Русское) |                 |                               |                 |                  |                   |
|-------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| Компонент                                                   | CH <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> S | N <sub>2</sub> +R |
| Объём, %                                                    | 98,745          | 0,095                         | 0,415           | 0,013            | 0,732             |
| $T_{пкр}, \text{ К}$                                        | 190,5           | 305,4                         | 304             | 373,4            | 125,9             |
| $P_{пкр}, \text{ МПа}$                                      | 4,88            | 5,07                          | 7,64            | 9,06             | 3,53              |

58. По известному компонентному составу газового месторождения Арктическое определить псевдокритические давление  $P_{пкр}$  и температуру  $T_{пкр}$ , а также приведенные температуры и давления при стандартных условиях ( $P_{cm} = 0,101325 \text{ МПа}$  (можно принять  $\approx 0,1 \text{ МПа}$ );  $T_{cm} = 293,15 \text{ К} = 20^\circ \text{C}$ ).

| Компонентный состав природного газа (месторождение Арктическое) |                 |                               |                               |                                |                                |                 |                   |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|
| Компонент                                                       | CH <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | CO <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> +R |
| Объём, %                                                        | 97,52           | 0,148                         | 0,043                         | 0,037                          | 0,028                          | 0,332           | 1,892             |
| $T_{пкр}, \text{ К}$                                            | 190,5           | 305,4                         | 369,8                         | 408,1                          | 460,4                          | 304             | 125,9             |
| $P_{пкр}, \text{ МПа}$                                          | 4,88            | 5,07                          | 4,42                          | 7,64                           | 3,51                           | 7,64            | 3,53              |

59. По известному компонентному составу газового месторождения Арктическое определить плотность газа при нормальных условиях ( $P_{cm} \approx 0,1 \text{ МПа}$  температура  $T_{cm} = 273,15 \text{ К}$ ).

| Компонентный состав природного газа (месторождение Арктическое) |                 |                               |                               |                                |                                |                 |                   |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------|
| Компонент                                                       | CH <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | CO <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> +R |
| Объём, %                                                        | 97,52           | 0,148                         | 0,043                         | 0,037                          | 0,028                          | 0,332           | 1,892             |
| $\rho_{cm}, \text{ кг/м}^3$                                     | 0,717           | 1,344                         | 1,967                         | 2,600                          | 3,22                           | 1,977           | 1,251             |

60. По известному компонентному составу газового месторождения Юбилейное определить плотность газа при нормальных условиях ( $P_{cm} \approx 0,1 \text{ МПа}$  температура  $T_{cm} = 273,15 \text{ К}$ ).

| Компонентный состав природного газа (месторождение Юбилейное) |                 |                               |                               |                 |                   |
|---------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------|
| Компонент                                                     | CH <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | CO <sub>2</sub> | N <sub>2</sub> +R |
| Объём, %                                                      | 98,67           | 0,06                          | 0,02                          | 0,22            | 1,04              |
| $\rho_{cm}, \text{ кг/м}^3$                                   | 0,717           | 1,344                         | 1,967                         | 1,977           | 1,251             |

## **Паспорт расчетно-графического задания (работы)**

по дисциплине «Основы нефтегазового дела», 4 семестр

### **1. Методика оценки**

Объем и характер научно-исследовательской задачи выбирается таким, чтобы каждый студент при достаточном внимании к систематическому изучению курса был в состоянии самостоятельно разрешить все вопросы задания.

Исходными данными для выполнения РГЗ включает два основных подраздела:

- письменная работа в реферативной форме;
- расчетная часть, в ней студент предоставляет решенный комплекс задач.

I часть РГЗ (Реферат). Реферат может быть написан, как по теме предложенной руководителем, так и по теме выбранной студентом самостоятельно, при предварительном согласовании с преподавателем. При выполнении первой части РГЗ студенты проводят поиск библиографических источников по выбранной теме, систематизируют, обобщают информацию и представляют объективную оценку.

Перед выдачей задания на РГЗ проводится лекция-беседа со всей группой, где излагается содержание и объем проекта, последовательность выполнения работ, требования, предъявляемые к работе и её оформлению, перечень рекомендуемых библиографических источников, справочных материалов и другие вопросы.

Обязательные структурные части РГЗ:

- 1) титульные листы (общие к I и II частям);
- 2) содержание (общие по I и II части);
- 3) введение
- 4) текстовое изложение материала, разбитое на пункты и подпункты с необходимыми ссылками на источники информации (при цитировании источника должна быть оформлена ссылка по тексту), использованные автором (в анализ по выбранной теме желательно включать: хронологическую историческую справку; раскрывать суть явления, при необходимости включать основные определения понятий, проводить описание процесса; сфер применения; существующий технологический уровень и направления, тенденции развития), контекст реферата должны быть представлен схемами, таблицами, в отдельных случаях содержать рисунки с представлением и описанием образцов технологического оборудования. Если тема направлена на раскрытие отдельного технологического процесса в контекст желательно включить показатели, определяющие качество технологического процесса, при необходимости расчетные соотношения и математические модели.

- 5) заключение;

Примечание: список использованных библиографических источников и приложения (необязательная часть), включающие: таблицы, диаграммы, графики, рисунки, схемы (приводятся в конце II части).

Краткие требования к оформлению. Реферат с рекомендуемым объемом – 15-20 страниц машинописного текста Основной текст 12 или 14 Times New Roman, интервал

единичный или полуторный. Отступы от границы листа левый 25 мм; правый 15 мм; верхний и нижний интервал 20 мм. Рисунки и схемы должны быть четкими, графичными, снабжены подписями или ссылками по тексту. Введение, заключение, список использованных источников, формируются на отдельных страницах. Разделы и подразделы записываются с отступом в один 1,5 интервал, полужирным шрифтом. Реферат и расчеты предоставлять в оформленном и сброшюрованном виде в мультифоре с боковой шнуровкой.

Оцениваемые позиции:

1. Проработанность текстового материала: умение работать с источниками информации, систематизировать и структурировать материал; обоснованность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений; стилевое единство текста.

2. Степень раскрытия сущности вопроса: соответствие содержания теме; полнота и глубина знаний по теме; умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме); точность и структурированность текста описывающего тот или иной технологический процесс, четкость последовательность в изложении материала.

3. Обоснованность выбора источников: оценка использованных библиографических источников, количество и информативность источников и работ по анализируемой теме (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).

4. Соблюдение требований к оформлению: насколько верно оформлены ссылки на библиографические источники; оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией, правильность выбора формата представления материала: таблицы, графики, рисунки.

II Расчетная часть, комплекс решенных задач.

Исходными данными для выполнения II Части РГЗ являются номер варианта, предложенный преподавателем. Расчетная часть, включает комплекс задач: по расчету молекулярной массы и плотности газа при нормальных и стандартных условиях; определение относительной плотности газа по воздуху. Группу задач направленных на установление: псевдокритических температуры и давления; приведенных параметров газа; плотностей при нормальных и рабочих условиях; установление коэффициента сверхсжимаемости и секундного расхода. Задачи по гидравлическому расчету промысловых нефтепродуктопроводов с установлением: средней скорости течения жидкости; режима течения жидкости (ламинарный или турбулентный); коэффициента гидравлического сопротивления; перепада давления в различных единица измерения; потери напора на преодоление сил трения соотношению Дарси-Вейсбаха; определению пропускной способности нефтепровода. Гидравлические расчеты простых газопроводов.

На протяжении всего срока выполнения РГЗ проводятся в соответствии с расписанием консультации. Студенты должны приходить на консультации с заранее подготовленными вопросами. Во время консультаций преподаватель задает студенту вопросы, заставляя его тем самым продумать методику расчёта. Одновременно преподаватель обязательно просматривает выполненную часть работы, отмечает у себя в ведомости выполнение этапов РГЗ для учёта выполнения графика самостоятельной работы студентами.

Рекомендуемое время выполнения РГЗ двенадцатая-четырнадцатая рабочая недели, когда студент передает преподавателю всю работу в законченном и оформленном виде для проверки и подписи.

Защита РГЗ проводится в устной форме. В ходе защиты работы студенту может быть предложено: пояснить последовательность расчета; решить задачу на практическое применение основных расчетных формул. По желанию с целью повышения баллов, студент

может подготовить публичную презентацию по выбранной и проработанной теме реферата.

Оцениваемые позиции:

- Полнота выполнения задания;
- Точность и правильность расчета;
- Своевременность выполнения задания;
- Выполнение общепринятых правил по оформлению формул и графиков в тексте задания;
- Полнота пояснений к выполненным расчетам, соответствие текста пояснений научному стилю речи;
- Ответы на вопросы в ходе защиты работы.

Обязательные структурные части РГЗ:

- 1) титульный лист;
- 2) содержание;
- 3) принятые исходные
- 4) расчетная часть
- 5) список использованных библиографических источников (по I и II частям); приложения (доп. таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, схемы (необязательная часть)).

## 2. Критерии оценки

Предусматривается устная защита РГЗ.

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, тема не раскрыта, расчеты выполнены неверно, оценка составляет менее 16 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: если тема освещена лишь частично, допущены фактические ошибки в содержании или при ответе на дополнительные вопросы, во время защиты студент не может сформулировать выводы; в расчете допущены ошибки, существенно искажающие полученные результаты. Публичной презентации по проработанной теме реферата не было представлено. Оценка составляет 17-21 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если основные требования к РГЗ и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты: имеются неточности в изложении материала, в расчетах допущены незначительные ошибки, сравнительный анализ источников энергии выполнен недостаточно подробно, отсутствует логическая последовательность в суждениях, имеются упущения в оформлении, на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. При представлении публичной презентации, представляемый материал требовал доработки: нарушалась логическая последовательность в суждениях при изложении материала, часть слайдов была плохо читаема, слайды содержали избыточный материал и не раскрывали сути явления, темы процесса. Оценка составляет 22-27 баллов.
- Работа считается выполненной на продвинутом уровне, если выполнены все основные требования к РГЗ и его защите, обозначена проблема и обоснована её актуальность, проведен краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему с учетом современных исследований и тенденций, логично изложена позиция автора, четко сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, соблюдены требования к оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы при защите; без ошибок выполнены расчеты, представлен презентационный материал и проведена публичная защита по выбранной теме на высоком уровне. Оценка составляет 28-32 баллов.

## 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

#### **4. Примерный перечень тем РГЗ**

1. История становления и развития нефтяной отрасли (мировой опыт и РФ)
2. История становления и развития газовой отрасли (мировой опыт и РФ)
3. Состав нефти. Физико-химические свойства.
4. Физико-химические свойства природного газа
5. Виды топлив и нефтяные масла.
6. Нефть и газ – сырье для нефтехимического производства.  
Классификация продуктов переработки.
7. Сферы применения природного газа.
8. Теории и гипотезы образования углеводородов.
9. Формирование залежей углеводородов.
10. Разведка месторождений нефти и газа.
11. Основы разработки нефтегазовых месторождений на территории шельфов и океаническом дне.
12. Основы нефтегазопромысловой геологии.
13. Сжиженный природный газ.
14. Сланцевый газ
15. Сланцевая нефть
16. Нетрадиционные виды природного газа: угольный метан; газовые гидраты.
17. Развитие биотоплива.
18. «Водородная» энергетика.
19. Воспроизводство углеводородов и экологические аспекты нефтегазового комплекса
20. Крупнейшие отечественные нефтегазовые компании (Роснефть / Газпром)
21. Крупнейшие зарубежные нефтегазовые компании (BP, Shell, Exxon Mobil...)
22. Тенденции развития нефтегазовой отрасли (перспектива на 10-25 лет)  
(теория «пика» в потреблении угля / нефти / газа)
23. Разработка и добыча нефти и газа на арктическом шельфе
24. Альтернативная энергетика (ветроэнергетика)
25. Альтернативная энергетика (солнечная энергетика)
26. Альтернативная энергетика (гидроэнергетика / геотермальная энергия)
27. Нефтяные пески и высоковязкая нефть (битумные породы)
28. Охрана окружающей среды и эмиссия парниковых газов. Влияние ископаемого топлива на климат планеты.
29. Тема, предложенная студентом (по согласованию с руководителем)

**Таблица 1 - Состав природного газа месторождений Российской Федерации**

| Вариант / месторождение |                         | Состав газа, % объёме |                               |                               |                                |                                |                 |                  | Плотность по воздуху |                   |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------|----------------------|-------------------|
|                         |                         | CH <sub>4</sub>       | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | CO <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> S |                      | N <sub>2</sub> +R |
| 1                       |                         | 2                     | 3                             | 4                             | 5                              | 6                              | 7               | 8                | 9                    | 10                |
| 1                       | Вуктыльское             | 84,50                 | 7,4                           | 2,0                           | 0,60                           | 0,3                            | 0,10            | -                | 5,10                 | 0,648             |
| 2                       | Уренгойское (сеноман)   | 98,26                 | 0,155                         | 0,004                         | следы                          | -                              | 0,321           | -                | 1,274                | 0,564             |
| 3                       | Медвежье                | 98,80                 | 0,100                         | 0,02                          | 0,002                          | -                              | 0,10            | -                | 1,10                 | 0,560             |
| 4                       | Заполярное              | 98,60                 | 0,070                         | 0,02                          | 0,013                          | 0,01                           | 0,18            | -                | 1,10                 | 0,564             |
| 5                       | Ямбургское (сеноман)    | 98,597                | 0,062                         | 0,004                         | -                              | -                              | 0,188           | -                | 1,148                | 0,562             |
| 6                       | Соленинское             | 95,50                 | 3,30                          | 0,07                          | 0,25                           | 0,15                           | 0,50            | -                | 0,20                 | 0,586             |
| 7                       | Усть-Вилуйское          | 94,90                 | 2,20                          | 0,50                          | 0,50                           | 0,29                           | 0,20            | -                | 1,50                 | 0,596             |
| 8                       | Оренбургское            | 81,70                 | 4,00                          | 1,60                          | 1,05                           | 1,95                           | 1,10            | 1,8              | 6,80                 | 0,711             |
| 9                       | Тазовское               | 98,70                 | 0,06                          | 0,003                         | 0,01                           | -                              | 0,39            | -                | 0,86                 | 0,564             |
| 10                      | Губкинское              | 98,312                | 0,09                          | -                             | -                              | -                              | 0,591           | 0,013            | 0,994                | 0,564             |
| 11                      | Русское                 | 98,745                | 0,095                         | -                             | -                              | -                              | 0,415           | 0,013            | 0,732                | 0,569             |
| 12                      | Комсомольское           | 97,640                | 0,267                         | 0,047                         | -                              | -                              | 0,321           | -                | 0,725                | 0,566             |
| 13                      | Вынгапуровское          | 97,792                | 0,16                          | -                             |                                | -                              | 0,124           | -                | 1,924                | 0,562             |
| 14                      | Новопортовское          | 95,43                 | 0,56                          | 0,02                          | 0,01                           | -                              | 2,53            | -                | 1,450                | 0,640             |
| 15                      | Средневелюйское         | 89,22                 | 6,60                          | 1,60                          | 0,50                           | 0,38                           | 0,20            | -                | 1,50                 | 0,629             |
| 16                      | Мастаховское            | 93,40                 | 3,40                          | 1,30                          | 0,50                           | 0,10                           | 0,20            | -                | 1,10                 | 0,596             |
| 17                      | Вэнгайсинское           | 97,72                 | 0,538                         | 0,024                         | -                              | -                              | 0,34            | -                | 2,25                 | 0,569             |
| 18                      | Уренгойское (валанжин)  | 85,31                 | 5,81                          | 5,31                          | 2,05                           | 0,18                           | 0,44            | -                | 0,90                 | 0,673             |
| 19                      | Варьеганское            | 97,725                | 0,538                         | 0,024                         | -                              | -                              | 0,345           | -                | 1,368                | 0,569             |
| 20                      | Арктическое             | 97,52                 | 0,148                         | 0,043                         | 0,037                          | 0,028                          | 0,332           | -                | 1,892                | 0,568             |
| 21                      | Юбилейное               | 98,67                 | 0,06                          | 0,002                         | -                              | -                              | 0,22            | -                | 1,04                 | 0,566             |
| 22                      | Пякопурское             | 97,00                 | 0,16                          | 0,005                         | 0,001                          | 0,01                           | 0,30            | -                | 2,524                | 0,567             |
| 23                      | Пеляткинское            | 92,1                  | 3,6                           | 0,13                          | 0,19                           | 0,14                           | 0,03            | -                | 3,81                 | 0,627             |
| 24                      | Ямсовейское             | 98,48                 | 0,114                         | -                             | -                              | -                              | 0,16            | -                | 1,236                | 0,562             |
| 25                      | Бованенковское          | 99,03                 | 0,028                         | 0,007                         | 0,003                          | -                              | 0,06            | -                | 0,88                 | 0,559             |
| 26                      | Восточно-Таркосалинское | 98,27                 | 0,071                         | 0,009                         | 0,004                          | -                              | 0,21            | -                | 1,43                 | 0,563             |
| 27                      | Западно-Таркосалинское  | 97,74                 | 0,0149                        | 0,069                         | 0,066                          | 0,012                          | 0,42            | -                | 1,36                 | 0,567             |
| 28                      | Южно-Русское            | 98,40                 | 0,058                         | 0,004                         | -                              | -                              | 0,28            | -                | 1,258                | 0,563             |
| 29                      | Крузенштернское         | 99,07                 | 0,012                         | 0,002                         | -                              | -                              | 0,11            | -                | 0,806                | 0,560             |
| 30                      | Харампуровское          | 97,363                | 0,124                         | 0,021                         | 0,014                          | -                              | 0,266           | -                | 2,212                | 0,568             |

**Таблица 2 - Основные показатели углеводородных компонентов природных газов**

| Показатель                                                                    | Метан           | Этан                          | Пропан                        | Бутан                          | Пентан                         | Гексан                         |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Химическая формула                                                            | CH <sub>4</sub> | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> | C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> |
| Газовая постоянная, кГс·м/(кг·°С) или (Дж/кг·°С)                              | 52,95 / 518,9   | 28,19 / 276,2                 | 19,23 / 188,4                 | 14,95 / 146,5                  | 11,75 / 115,1                  | 9,84 / 96,4                    |
| Температура при 0,1 МПа, °С:                                                  |                 |                               |                               |                                |                                |                                |
| плавления                                                                     | -182,5          | -172,5                        | -187,5                        | -145,5                         | -129,7                         | -95,5                          |
| кипения                                                                       | -161,3          | -88,6                         | -42,2                         | -10,1                          | +36,2                          | +69,0                          |
| Критические параметры:                                                        |                 |                               |                               |                                |                                |                                |
| температура $T_{кр}$ , К                                                      | 190,5           | 305,4                         | 369,8                         | 408,1                          | 469,7                          | 574                            |
| давление $P_{кр}$ , МПа                                                       | 4,88            | 5,07                          | 4,42                          | 3,80                           | 3,50                           | 3,13                           |
| плотность, кг/м <sup>3</sup>                                                  | 162             | 210                           | 225,5                         | 232,5                          | 232                            | -                              |
| объем, м <sup>3</sup> /кг                                                     | 0,00617         | 0,0047                        | 0,00443                       | 0,0043                         | 0,0043                         | -                              |
| Плотность при 0,1 МПа и 0 °С, кг/м <sup>3</sup>                               | 0,717           | 1,344                         | 1,967                         | 2,60                           | 3,22                           | 3,88                           |
| Удельный объем при 0,1 МПа и 0 °С, кг/м <sup>3</sup>                          | 1,4             | 0,746                         | 0,510                         | 0,385                          | 0,321                          | 0,258                          |
| Плотность в жидком состоянии при $T_{кин}$ и                                  | 416             | 546                           | 585                           | 582                            | 637                            | 664                            |
| Удельная теплоёмкость при                                                     |                 |                               |                               |                                |                                |                                |
| при постоянном давлении $C_p$                                                 | 2,22            | 1,73                          | 1,57                          | 1,50                           | 1,45                           | 1,42                           |
| при постоянном объёме $C_v$                                                   | 1,70            | 1,44                          | 1,36                          | 1,31                           | 1,29                           | 1,28                           |
| Коэффициент динамической вязкости при 0 °С и 0,1 МПа, 10 <sup>-12</sup> МПа·с | 1,05            | 0,87                          | 0,76                          | 0,70                           | 0,63                           | 0,62                           |

**Таблица 3 – Основные показатели неуглеводородных  
компонентов природных газов**

| Показатель                                                                          | Диоксид углерода | Сероводород      | Азот           | Водяной пар      | Гелий           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|-----------------|
| Химическая формула                                                                  | CO <sub>2</sub>  | H <sub>2</sub> S | N <sub>2</sub> | H <sub>2</sub> O | He <sub>2</sub> |
| Молекулярная масса                                                                  | 44,01            | 34,08            | 28,02          | 18,02            | 4,00            |
| Газовая постоянная,<br>(кГс·м/кг · °С)                                              | 19,27            | 24,9             | 30,26          | 47,06            | 21,2            |
| Температура при 0,101 МПа, °С:                                                      |                  |                  |                |                  |                 |
| плавления                                                                           | -56,6            | -82,9            | -209,9         | 0,0              | -272,2          |
| кипения                                                                             | -78,5            | -61,0            | -195,8         | 100,0            | -268,9          |
| Критическая температура, К                                                          | 304              | 373,4            | 125,9          | 647,1            | 5,1             |
| Критическое давление, МПа                                                           | 7,64             | 9,06             | 3,53           | 23,0             | 0,24            |
| Плотность при 0 °С и 0,101 МПа, кг/м <sup>3</sup>                                   | 1,977            | 1,539            | 1,251          | 0,805            | 0,178           |
| Удельный объём при 0 °С и 0,101 МПа, м <sup>3</sup> /кг                             | 0,506            | 0,650            | 0,799          | 1,248            | 0,069           |
| Плотность в жидком состоянии при температуре кипения и 0,101 МПа, кг/м <sup>3</sup> | 924,8            | 950              | 634,1          | 1000<br>при 4 °С | ---             |
| Удельная теплоёмкость, кДж/(кг · °С):                                               |                  |                  |                |                  |                 |
| при постоянном давлении Ср                                                          | 0,846            | 1,064            | 1,043          | 2,01             | 0,859           |
| при постоянном объеме Су                                                            | 0,654            | 0,804            | 0,746          | 0,151            | 0,515           |
| Теплота испарения при 0,101 МПа, кДж/кг                                             | 348,3            | 553,5            | 199,9          | 2259             | 4,1             |
| Вязкость при 0 °С и 0,101 МПа, 10 <sup>-12</sup> МПа·с                              | 1,39             | 1,20             | 1,70           | 0,9              | -               |

**Таблица 4 – Исходные данные по расчету  
природного газа при рабочих условиях**

| Вариант | Q                     | $\nu$ | $P_p$ | $T_p$ | $T_{cp}$ | $\alpha_n$                      | $l$  |
|---------|-----------------------|-------|-------|-------|----------|---------------------------------|------|
|         | $\frac{млн.м^3}{сут}$ | $м/с$ | $МПа$ | $К$   | $К$      | $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$ | $км$ |
| 1       | 3,7                   | 4,3   | 15,1  | 315   | 263      | 1,73                            | 17   |
| 2       | 5,5                   | 4,3   | 11,2  | 287   | 258      | 1,74                            | 15   |
| 3       | 4,1                   | 2,0   | 10,1  | 286   | 258      | 1,74                            | 13   |
| 4       | 5,3                   | 3,4   | 11,3  | 287   | 258      | 1,74                            | 16   |
| 5       | 4,2                   | 3,8   | 11,6  | 283   | 258      | 1,74                            | 18   |
| 6       | 0,8                   | 1,1   | 18,5  | 297   | 259      | 1,72                            | 9    |
| 7       | 0,9                   | 1,2   | 19,7  | 308   | 259      | 1,72                            | 12   |
| 8       | 1,8                   | 0,7   | 13,0  | 293   | 277      | 1,71                            | 14   |
| 9       | 2,7                   | 1,2   | 10,2  | 283   | 258      | 1,74                            | 10   |
| 10      | 3,2                   | 1,5   | 10,9  | 284   | 259      | 1,72                            | 11   |
| 11      | 4,1                   | 3,5   | 11,0  | 283   | 259      | 1,73                            | 9    |
| 12      | 5,0                   | 3,2   | 10,8  | 284   | 257      | 1,74                            | 14   |
| 13      | 3,7                   | 2,5   | 12,1  | 285   | 260      | 1,72                            | 8    |
| 14      | 6,9                   | 5,1   | 11,5  | 292   | 258      | 1,73                            | 12   |
| 15      | 1,7                   | 1,5   | 18,5  | 292   | 257      | 1,74                            | 14   |
| 16      | 0,5                   | 0,9   | 21,2  | 293   | 265      | 1,73                            | 8    |
| 17      | 0,8                   | 0,6   | 10,7  | 284   | 266      | 1,74                            | 7    |
| 18      | 0,6                   | 0,4   | 31,0  | 298   | 258      | 1,74                            | 13   |
| 19      | 0,7                   | 0,3   | 11,0  | 283   | 260      | 1,72                            | 12   |
| 20      | 0,6                   | 0,5   | 10,7  | 282   | 269      | 1,73                            | 9    |
| 21      | 2,3                   | 1,3   | 10,1  | 284   | 268      | 1,72                            | 7    |
| 22      | 0,8                   | 0,4   | 11,0  | 283   | 266      | 1,74                            | 10   |
| 23      | 1,4                   | 0,6   | 23,0  | 295   | 258      | 1,72                            | 12   |
| 24      | 4,1                   | 2,7   | 10,3  | 283   | 259      | 1,74                            | 15   |
| 25      | 5,7                   | 3,5   | 9,5   | 281   | 258      | 1,73                            | 14   |
| 26      | 0,9                   | 0,55  | 10,5  | 284   | 260      | 1,72                            | 11   |
| 27      | 0,5                   | 0,45  | 11,0  | 285   | 259      | 1,74                            | 8    |
| 28      | 0,7                   | 0,6   | 11,1  | 285   | 260      | 1,72                            | 12   |
| 29      | 0,6                   | 0,5   | 9,6   | 291   | 258      | 1,74                            | 9    |
| 30      | 0,5                   | 0,3   | 11,5  | 284   | 259      | 1,72                            | 13   |