

Учебный план

Наименование модулей	Всего, час./ В дистан форме	Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Текущий контроль* (шт.)			Промежуточная аттестация	
		лекции	лабораторные работы	прак. занятия, семинары		РК РГР, Реф.	КР	КП	За-чет	Экза-мен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Гидрогазодинамика и нефтегазовая гидромеханика	24	12	2	6	3	+				1
2. Термодинамика и теплообмен	24	12	2	6	3	+			1	
3. Диспетчерское управление системами газоснабжения России	24	12	4	4	3	+				1
4. Методы оценки технического состояния трубопроводных систем. Техническая диагностика, оценка показателей надежности трубопроводов, анализ рисков	20	12	2	2	3	+				1
5. Современные средства контроля и управления технологическими процессами в нефтегазовой отрасли	28	12	4	4	6				1	
6. Стажировка	120	12	2	6	1				1	
<b>Итого</b>	<b>240</b>									
Подготовка к сдаче и сдача итогового экзамена	22									

\* КП - курсовой проект, КР - курсовая работа, РК - контрольная работа, РГР - расчетно-графическая работа, Реф. – реферат.

## 2.2. Дисциплинарное содержание программы

### 1) Модуль «Гидрогазодинамика и нефтегазовая гидромеханика»

Физико-химические свойства природного газа. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости и их интегрирование. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Сила давления жидкости на плоские поверхности. Центр давления и определение его координат. Сила давления жидкости на цилиндрические поверхности. Закон Архимеда. Устойчивость плавающих тел. Динамика жидкости. Основные понятия, определения и законы движения жидкости. Уравнение расхода. Условие неразрывности течения. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости и целого потока реальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли. Примеры использования уравнения Бернулли в технике. Гидравлические сопротивления. Режимы движения жидкости. Основное уравнение равномерного движения. Общая формула для потерь напора по длине. Коэффициент гидравлического трения. Местные сопротивления. Основные их виды. Потери напора при внезапном расширении потока. Формула Борда-Карно. Взаимное влияние местных сопротивлений. Гидравлический расчет напорных трубопроводов. Виды трубопроводов. Основные расчетные зависимости. Расчет простых коротких и длинных трубопроводов. Основные типы задач. Сложные трубопроводы. Расчет последовательно и параллельно соединенного трубопровода, разветвленного трубопровода. Гидравлический удар в трубах.

Назначение и классификация насосов. Основные параметры насосов. Характеристики магистральных насосов. Центробежные насосы. Конструктивная схема и принцип действия. Основные уравнения центробежных насосов. Классификация насосов: по коэффициенту быстроходности, конструкции колеса, расположению опор и вала, количеству ступеней, конструкции корпуса, типу уплотнений и подшипников, разгрузке ротора. Характеристики насосов (комплексные универсальные, относительные). Теоретические характеристики. Потери энергии в насосе. Действительные характеристики. Характеристики насосов в условиях эксплуатации. Кавитация, всасывающая способность насосов. Влияние вязкости плотности жидкости на комплексную характеристику. Пересчёт характеристик с воды на нефтепродукты. Совместная работа насосов и трубопроводной сети. Совместная работа насоса и трубопровода, рабочая точка насоса. Последовательное, и смешанное соединение насосов, рабочая точка системы и отдельных насосов. Регулирование работы центробежных насосов. Способы регулирования. Область применения центробежных насосов.

Поршневые насосы. Классификация, принцип действия, конструктивные особенности. Подача насоса, способы устранения её неравномерности. Характеристики насоса, способы регулирования подачи насоса. Роторные насосы. Классификация, конструктивные особенности и регулирование подачи. Область применения насосов различного типа. Область применения насосов различного типа. Классификация НС.

Основные уравнения центробежных компрессорных машин. Термодинамика компрессорного процесса. Уравнение баланса энергии. Термодинамические к.п.д. компрессорных машин различного типа, мощность. Назначение и классификация компрессорных машин. Основные параметры компрессорных машин. Характеристики ЦКМ. Газодинамическая характеристика, пересчёт её при изменении частоты вращения рабочего колеса и при изменении физических свойств газа. Приведённые характеристики центробежного нагнетателя. Эксплуатация центробежных компрессорных машин. Помпаж. Способы регулирования режима работы нагнетателей.

Вспомогательные системы газоперекачивающих агрегатов (ГПА). Система газа топливного, пускового и импульсного. Система уплотнения вала нагнетателя. Система смазки ГПА. Укрытие ГПА, блочное сооружение КС. Компрессорные станции. Подбор основного оборудования КС. Технологическая схема компрессорного цеха с поршневыми и центробежными компрессорными машинами, схема узла подключения КС к газопроводу, схема узла очистки газопровода, схема установок очистки и охлаждения газа.

## **2) Модуль «Термодинамика и теплообмен»**

Основные понятия и определения термодинамики. Предмет технической термодинамики и ее методы. Термодинамическая система. Параметры состояния. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнение состояния. Уравнение состояния идеального газа. Теплота и работа как формы передачи энергии. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы (циклы). Сущность первого закона термодинамики. Работа расширения. Определение теплоты, изменения внутренней энергии и энтальпии через термодинамические параметры состояния,  $p$ - $v$  и  $T$ - $s$  диаграммы. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Выражение первого закона термодинамики для потока применительно к различным термодинамическим устройствам. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Политропные процессы. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный как частные случаи политропного процесса. Изображение этих процессов в  $p$ - $v$  и  $T$ - $s$  координатах. Ход политропного процесса в  $p$ - $v$  и  $T$ - $s$  координатах в зависимости от знака изменения внутренней энергии и теплоты. Прямые и обратные круговые процессы (циклы). Термодинамические циклы тепловых и холодильных машин. Сущность и формулировки второго закона термодинамики применительно к тепловым и холодильным машинам. Термический к.п.д. и холодильный коэффициент. Циклы Карно и анализ их свойств. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Изменение энтропии в изолированной термодинамической системе. Эксергия.

Идеальные циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Принцип действия поршневых ДВС. Допущения, принимаемые при формулировке понятия «идеальный цикл ДВС». Циклы с изохорным, изобарным и со смешанным подводом теплоты. Изображение циклов в  $p$ - $v$  и  $T$ - $s$  координатах.

Термодинамический анализ работы компрессора. Определение компрессора. Классификация компрессоров и принцип их действия. Одноступенчатый компрессор с изотермическим, адиабатным и политропным сжатием. Изображение в  $p$ - $v$  и  $T$ - $s$  координатах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах. Работа, затрачиваемая на привод компрессора. Эффективный к.п.д. компрессора. Мёртвое пространство и его влияние на работу компрессора. Многоступенчатый компрессор. Поршневые компрессоры. Использование сжатого воздуха. Устройство и работа поршневого компрессора. Коэффициенты полезного действия. Регулирование поршневых компрессоров. Турбокомпрессоры и турбовоздуходувки. Многоступенчатые, центробежные и осевые машины. Характеристики турбовоздуходувных машин. Технико-экономические показатели. Вентиляторы. Назначение, основные характеристики и принцип действия центробежных и осевых вентиляторов. Потери и кпд. Эффективная и полезная мощности вентиляторов.

Реальные газы и пары. Водяной пар. Влажный воздух. Уравнения состояния реальных газов. Процесс парообразования: основные понятия и определения. Параметры состояния воды и водяного пара,  $p$ - $v$ ,  $T$ - $s$  и  $h$ - $s$  диаграммы водяного пара. Влажный воздух: основные параметры и определения.  $h$ - $d$  диаграмма влажного воздуха и изображение на ней основных процессов изменения параметров воздуха. Цикл Ренкина на перегретом паре и его анализ. Влияние начальных и конечных параметров на термический кпд цикла Ренкина. Изображение цикла в  $p$ - $v$ ,  $T$ - $s$  и  $h$ - $s$  диаграммах. Пути повышения экономичности паросиловых установок. Теплофикация. Теплофикационные циклы.

Циклы холодильных установок и тепловых насосов. Общая характеристика холодильных установок. Холодильные агенты. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Принципиальная схема и термодинамический цикл газохолодильной холодильной установки. Принципиальная схема и

термодинамические циклы парокомпрессионной холодильной установки. Сущность термотрансформации, коэффициент преобразования теплоты.

Основные понятия и определения теории теплообмена. Предмет и задачи теории теплообмена. Значение теплообмена в промышленных процессах. Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный теплообмен. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенок. Нестационарный процесс теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности.

Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения. Теплоотдача. Уравнение теплоотдачи Ньютона. Коэффициент теплоотдачи. Режимы движения жидкости, динамический и тепловой пограничные слои. Дифференциальное уравнение теплоотдачи. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена. Основные положения теории подобия и её применение для описания теплоотдачи. Теоремы подобия. Критериальные уравнения. Определяемый и определяющие критерии подобия. Метод приведения для получения критериев подобия. Общий вид критериального уравнения для определения коэффициента теплоотдачи при конвективном теплообмене. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплообмен при движении жидкости вдоль плоской поверхности; теплоотдача при ламинарном и турбулентном пограничном слое; критериальные уравнения. Конвективный теплообмен в каналах. Теплоотдача при естественной конвекции. Критериальные уравнения. Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Теплообмен при кипении; механизм процесса при пузырьковом и пленочном режимах кипения. Теплоотдача при пузырьковом и пленочном кипении жидкости в большом объеме. Расчетные уравнения для определения коэффициента теплоотдачи. Теплообмен при конденсации. Пленочная и капельная конденсации. Теплоотдача при конденсации паров.

Теплообмен излучением. Общие понятия и определения. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; коэффициент облученности; теплообмен между телами, произвольно расположенными в пространстве. Защита от излучения.

Теплопередача. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки. Коэффициент теплопередачи. Критический диаметр теплоизоляции цилиндрической стенки. Тепловая изоляция. Выбор материала тепловой изоляции. Расчет систем охлаждения, определение основных размеров теплообменников и потребного количества охлаждающей жидкости. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Средняя разность температур в рекуперативном теплообменнике. Тепловой расчёт рекуперативного теплообменника.

### ***3) Модуль «Диспетчерское управление системами газоснабжения России»***

Состояние и концепция развития единой системы газоснабжения (ЕСГ) России и системы диспетчерского управления ЕСГ. Технологические процессы функционирования систем газоснабжения. Единое информационное пространство диспетчерского управления. Информационно-управляющие системы. Компьютерные программно-вычислительные комплексы в системах поддержки принятия диспетчерских решений. Технологии энергосбережения и энергоэффективности в системах газоснабжения. Промышленная безопасность и экология в системах газоснабжения. Экономика эффективного функционирования систем газоснабжения. Система экспортных поставок газа.

Организация диспетчерского управления системами газоснабжения России. СТО Газпром «Диспетчерское управление». Модели процессов диспетчерского управления системами газоснабжения.

Автоматизированные системы диспетчерского управления. Информационные и

информационно-аналитические системы. Системы поддержки принятия диспетчерских решений. Методы и алгоритмы решения режимно-технологических задач реализации диспетчерских заданий по планированию и управлению системами газоснабжения уровня эксплуатирующей организации и ее филиалов. Программно-вычислительные комплексы (ПВК) решения режимно-технологических задач моделирования, планирования, управления режимами в области основных технологических процессов: добыча, магистральный транспорт, хранение, распределение. Организация взаимодействия диспетчерских служб различных уровней административной и юридической принадлежности.

#### ***4) Модуль «Методы оценки технического состояния трубопроводных систем. Техническая диагностика оценка показателей надежности трубопроводов, анализ рисков»***

Состав и назначение сооружений систем газоснабжения (добыча, транспорт, хранение, распределение). Техническое обслуживание и ремонт газопроводов. Организационная структура функциональных служб и подразделений, оборудование и технические средства. Эксплуатация оборудования компрессорных станций (КС), газоперекачивающих агрегатов (ГПА), трубопроводная и крановая арматура, камеры приема, 54 запуска очистных и диагностических устройств АВО-газа, узлы учета КС, средства автоматики и защит. Разработка и составление технологических схем КС. Цели и задачи диагностики систем газопроводов. Методы, приборы и средства технической диагностики объектов систем газоснабжения. Диагностика объектов, состояния воздушной среды, загрязнений, уровня шума на КС. Диагностика линейной части магистрального газопровода (МГ). Методы и средства, основанные на контроле параметров перекачки. Методы оптоволоконных систем, ультразвуковые, радиационные, магнитного и электромагнитного контроля. Методы обнаружения утечек в трубопроводах. Пропуск профиломеров. Обработка полученных результатов с использованием ПВК. Принятие решений на основе полученных результатов. Расчет и оценка показателей надежности газопроводов, анализ рисков. Ресурсосберегающие технологии. Утилизация аварийных и технологических выбросов. Мобильная КС. Утилизация низкопотенциального тепла и энергии. Вторичные энергоресурсы компрессорных станций.

Нормативные правовые акты и нормативно-технические документы, регламентирующие требования промышленной безопасности в нефтяной и газовой промышленности. Порядок технического расследования причин аварий и инцидентов на объектах нефтегазового комплекса. Идентификация опасных производственных объектов нефтяной и газовой промышленности. Требования промышленной безопасности по готовности организаций нефтегазового комплекса к действиям по локализации и ликвидации последствий аварий.

Нормативные правовые акты и нормативно-технические документы, устанавливающие требования промышленной безопасности на объектах газоснабжения. Идентификация объектов газоснабжения. Характеристика газообразного топлива. Классификация газопроводов. Требования промышленной безопасности к проектированию систем газоснабжения (газораспределения). Требования промышленной безопасности к строительству и приемке в эксплуатацию систем газоснабжения. Требования промышленной безопасности к организации, эксплуатирующей объекты газового хозяйства. Должностные и производственные инструкции. Техническое обслуживание и ремонт газового хозяйства организаций. Новые технологии реконструкции газопроводов.

Требования промышленной безопасности к эксплуатации наружных газопроводов и сооружений; газорегуляторных пунктов и газорегуляторных установок; газонаполнительных станций и газонаполнительных пунктов; автомобильных

газозаправочных станций сжиженных углеводородных газов; резервуарных и групповых баллонных установок сжиженных углеводородных газов; внутренних газопроводов и газоиспользующих установок отопительных и производственных котельных, а также промышленных и сельскохозяйственных производств.

### **5) Модуль «Современные средства контроля и управления технологическими процессами в нефтегазовой отрасли»**

Контрольно-измерительные приборы котлов. Автоматическое регулирование и регуляторы. Регуляторы давления прямого действия. Регуляторы давления непрямого действия. Исполнительные механизмы и регулирующие органы. Автоматика бытовых газовых установок. Правила выполнения функциональных схем автоматизации. Назначение систем автоматизации регулирования и безопасности котельных установок. Автоматизация частичная, полная и комплексная. Регулируемые параметры котельных установок. Централизация контроля и управления в газовом хозяйстве. Система телемеханизации в газовом хозяйстве. Общие понятия об автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП) в системах газоснабжения, функции и структура автоматизированных систем управления. Прикладные компьютерные программы в проектировании и управлении нефтегазового комплекса.

### **6) Стажировка**

#### **6.1 Модуль «Оперативный контроль потоков, режимов работы технологических объектов и управление ими в границах зоны обслуживания»**

Поддержание эффективного режима работы оборудования технологических объектов.

Обеспечение изменения потоков углеводородного сырья в границах зоны обслуживания организации в соответствии с установленным режимом работы технологических объектов.

Оперативное руководство пуском и остановкой, выводом из эксплуатации и вводом в эксплуатацию оборудования технологических объектов.

Оперативный контроль установленных сроков выполнения ремонтных и диагностических работ, работ по техническому обслуживанию на технологических объектах.

Руководство оперативным персоналом, осуществляющим непосредственное управление режимом работы оборудования.

Оперативный контроль текущего состояния, параметров и режимов работы оборудования технологических объектов.

Анализ существующих и необходимых объемов углеводородного сырья для бесперебойного снабжения потребителей.

Контроль перепадов давлений в продуктопроводах технологических объектов и принятие своевременных мер по ликвидации превышения допустимых значений.

Подготовка предложений по оптимизации и изменению режимов работы технологических объектов.

Мониторинг параметров работы систем телеметрии в границах зоны обслуживания организации.

Проведение и анализ часовых и суточных расчетов режимов работы технологических объектов.

Осуществление обработки, контроля достоверности и своевременности поступления оперативно-диспетчерской информации и учетно-статической информации с использованием информационных систем и средств поддержки принятия диспетчерских решений

Ведение оперативной документации

Анализ соответствия данных диспетчерских заданий и фактических параметров

работы технологических объектов.

Идентификация места возникновения аварийной ситуации по полученным данным об аварийной или нештатной ситуации.

Оперативное руководство и управление работами по локализации мест аварий.

Контроль хода ликвидации аварий на технологических объектах.

Информирование в установленном порядке о режиме работы технологических объектов, о ходе выполнения аварийно-восстановительных работ, а также о чрезвычайных происшествиях и несчастных случаях.

Оперативное взаимодействие с диспетчерскими службами других организаций по обеспечению бесперебойного снабжения потребителей углеводородным сырьем при возникновении аварии.

Принятие необходимых мер для эффективного использования действующего оборудования технологических объектов.

Оперативное руководство проведением противоаварийных тренировок.

### ***6.2 Модуль «Организация оперативно-диспетчерского управления технологическими объектами в границах зоны обслуживания»***

Руководство поддержанием эффективного режима работы оборудования технологических объектов.

Определение возможных вариантов выполнения диспетчерского задания с учетом фактического состояния технологических объектов.

Руководство изменением потоков углеводородного сырья в границах зоны обслуживания организации в соответствии с установленным режимом работы технологических объектов.

Организация мониторинга параметров работы систем телеметрии.

Управление режимами работы технологических объектов.

### ***6.3 Модуль «Централизованное оперативно-диспетчерское управление технологическими объектами организации»***

Разработка методических материалов и нормативных документов по направлению деятельности.

Руководство оперативным управлением режимами работы технологических объектов организации.

Расчет и контроль оперативного суточного баланса углеводородного сырья по организации.

Подготовка предложений при разработке балансов углеводородного сырья по организации на планируемый год.

Разработка схем транспорта углеводородного сырья на период производства ремонтных (диагностических) работ на технологических объектах.

Оперативный контроль этапов и сроков проведения ремонтных (диагностических) работ на технологических объектах.

Организация ведения информации о ремонтных работах в электронных базах.