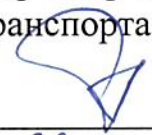


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тюменский индустриальный университет»
Институт транспорта

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
транспорта


П.В. Евтин
« 23 » 12. 2024 г.


ПРОГРАММА
кандидатского экзамена

**«Специальная дисциплина Строительство и эксплуатация
нефтегазопроводов, баз и хранилищ» (технические науки)**

Научная специальность 2.8.5. Строительство и эксплуатация
нефтегазопроводов, баз и хранилищ

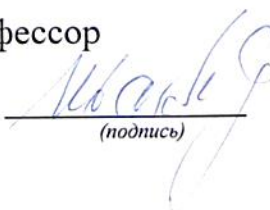
Программа рассмотрена
на заседании кафедры «Транспорт углеводородных ресурсов»

Протокол № 5 от «12» декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой  Ю.Д. Земенков
(подпись)

Программу разработал:

Иванов В.А., профессор кафедры ТУР, д-р техн. наук, профессор
(Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

1. Цель экзамена

Цель кандидатского экзамена – установить глубину профессиональных знаний и определить уровень сформированности профессиональных компетенций аспиранта/соискателей ученой степени кандидата наук (далее – соискатель); оценка готовности аспиранта/соискателей к самостоятельной профессиональной деятельности; определение уровня подготовленности и нацеленности аспиранта/соискателей к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Экзаменуемый должен продемонстрировать/показать:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

- способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты;

- готовность использовать знания, умения и навыки организации научных, исследовательских, проектных и конструкторских работ;

- способность разрабатывать предложения по повышению эффективности использования ресурсов;

- способность совершенствовать методики эксплуатации и технологии обслуживания оборудования;

- способность формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов;

- готовность овладевать новыми методами управления и организации производственных процессов нефтегазовой отрасли.

2. Содержание программы

Раздел 1. Назначение и устройство трубопроводов, технология перекачки нефти и газа по магистральным трубопроводам

Назначение магистральных трубопроводов и их классификация. Устройство магистральных трубопроводов: головные сооружения, линейная часть, нефтеперекачивающие и компрессорные станции, конечный пункт трубопровода.

Основные конструктивные схемы магистральных трубопроводов: подземная, наземная, надземная. Разделение трассы магистральных трубопроводов на участки различных категорий.

1.1. Подготовка нефти и газа к дальнему транспорту

Основные требования к товарной нефти. Способы и технологические схемы установок подготовки нефти к трубопроводному транспорту.

Способы обезвоживания нефти. Стабилизация нефти. Очистка нефти от механических примесей на нефтеперекачивающих станциях.

Основные требования к товарному газу. Методы извлечения из добываемого газа тяжелых углеводородов, сероводорода и углекислого газа. Способы осушки природного газа. Технологические схемы и конструкции установок для осушки газа. Гидраты газа, условия их образования и способы борьбы с гидратообразованием. Очистка природного газа от механических примесей на компрессорных станциях. Конструкции пылеуловителей. Одоризация газа. Типы одоризационных установок.

1.2. Технологический расчет магистральных нефтепроводов

Основные физические свойства нефти и нефтепродуктов. Уравнения, описывающие течение нефти и нефтепродуктов в трубопроводах. Основные расчетные формулы для определения потери напора в трубопроводах с лупингами, вставками, перемычками. Гидравлический уклон. Гидравлический уклон трубопровода с лупингом и вставкой. Характеристика трубопровода.

Нефтеперекачивающие станции (НПС) магистральных трубопроводов. Основное и вспомогательное оборудование НПС.

Совмещенная характеристика НПС и трубопровода. Уравнение баланса напоров. Перевальная точка и расчетная длина трубопровода. Определение числа НПС и расстановка их по профилю трассы магистрального трубопровода. Оптимальные параметры нефтепроводов и нефтепродуктопроводов.

Увеличение производительности действующих нефтепроводов. Режим работы нефтепровода при периодических сбросах и подкачках. Режим работы трубопроводов при отключении отдельных насосных станций и при аварийных утечках. Гидравлическим удар в магистральных нефтепродуктопроводах, причины появления и методы борьбы с ним.

1.3. Технологический расчет магистральных газопроводов

Основные физические и термодинамические свойства газов. Основные газовые законы, уравнения состояния. Уравнения, описывающие движение газа в трубопроводе. Неустановившееся движение газа в магистральных трубопроводах. Основные формулы для гидравлического расчета магистральных газопроводов. Гидравлический расчет газопроводов с учетом рельефа трассы. Распределение давления по длине газопровода. Среднее давление газа в газопроводе. Увеличение производительности газопровода.

Компрессорные станции (КС) магистральных газопроводов: головные и линейные. Типы газоперекачивающих агрегатов. Технологические схемы КС, оборудованных газоперекачивающими агрегатами с газотурбинным, электрическим и газомоторным приводом.

Размещение КС по трассе магистрального газопровода. Совместный расчет участка магистрального газопровода и КС. Аналитические выражения

характеристики КС. Уравнение расхода газа для системы "компрессорные станции - газопровод".

Регулирование режима работы КС. Изменение производительности газопровода при подключении и отключении отдельных газоперекачивающих агрегатов или компрессорных станций. Изменение режима работы газопровода при отборах и подкачках.

Влияние климатических факторов и технического состояния газоперекачивающих агрегатов на располагаемую мощность и энергозатраты транспорта газа.

Очистка внутренней полости газопровода с целью повышения его гидравлической эффективности. Коэффициент эффективности. Конструкция очистных устройств.

Принципы оптимизации газотранспортных систем. Оптимальные параметры магистральных газопроводов.

Температурный режим магистрального газопровода. Охлаждение газа на компрессорных станциях. Холодильные установки в системах магистрального транспорта газа. Оптимальные уровни охлаждения газа.

1.4. Специальные методы перекачки нефти и газа

Сущность трубопроводного транспорта нефтепродуктов и нефтей методом последовательной перекачки. Механизм образования смеси. Основные уравнения для расчета количества смеси. Влияние различных факторов на объем смеси. Мероприятия по уменьшению количества смеси при последовательной перекачке. Расчет числа циклов последовательной перекачки. Оптимальное число циклов. Расчет необходимой емкости резервуарных парков. Гидравлический расчет и режимы работы насосных станций при последовательной перекачке.

Трубопроводный транспорт нестабильного конденсата. Особенности гидравлического и теплового расчетов трубопроводов, транспортирующих нестабильные жидкости в однофазном состоянии. Отличительные особенности насосных станций для перекачки нестабильных жидкостей.

Совместный транспорт нефти и газа, конденсата и газа. Основные уравнения, описывающие движение газожидкостных смесей в трубах. Приложения методов теории подобия и размерности к исследованию двухфазных потоков в трубах. Характеристики газожидкостных течений, структуры потоков, пульсации давления, истинное газосодержание и гидравлическое сопротивление. Гидравлический расчет трубопроводов, транспортирующих газожидкостные смеси.

1.5. Способы перекачки вязких и застывающих нефтей

Реологические свойства вязких и застывающих нефтей. Методы улучшения свойств текучести высокозастывающих нефтей. Структурообразование в застывающих нефтях и нефтепродуктах при понижении температуры. Реологические модели застывающих и

высоковязких нефтей и нефтепродуктов. Перекачка нефтей, являющихся неньютоновскими жидкостями. Уравнение Букингема и его упрощения. Способы перекачки застывающих и высоковязких нефтей и нефтепродуктов и их классификация. Перекачка парафиносо держащих нефтей с углеводородными разбавителями. Перекачка газонасыщенной нефти. Перекачка термообработанной нефти. Применение депрессорных присадок. Гидротранспорт. Перекачка подогретых нефтей и нефтепродуктов. Состав сооружений и оборудование "горячего" нефтепровода. Тепловой режим "горячего" нефтепровода. Гидравлический режим "горячего" нефтепровода. Напорная характеристика "горячего" нефтепровода и ее особенности. Выбор температуры нагрева нефти. Расстановка насосных и тепловых станций на "горячем" нефтепроводе. Особые режимы работы "горячего" нефтепровода. Теплоизоляция "горячего" нефтепровода. Электроподогрев. Химические способы улучшения текучести застывающих нефтей.

Раздел 2. Выбор оптимальных трасс магистральных трубопроводов. Оптимальное профилирование

Методы проектирования трасс магистральных трубопроводов. Критерии оптимальности. Выбор оптимальной конфигурации трубопроводной системы (трубопровод с разветвлениями). Совмещение задачи выбора трассы с расстановкой насосных и компрессорных станций.

Общие сведения о профиле трубопровода, элементы профиля. Методы профилирования. Критерии оптимальности и ограничения. Математические методы профилирования для трубопроводов без кривых вставок и с наличием кривых вставок.

Раздел 3. Расчет прочности, устойчивости и перемещений подземных трубопроводов

Методы расчета на прочность стальных магистральных трубопроводов. Нагрузки и воздействия. Требования к трубам для магистральных газопроводов и нефтепроводов. Напряженное состояние трубопровода под действием внутреннего давления. Устойчивость подземных магистральных трубопроводов. Расчеты продольных перемещений подземных трубопроводов при изменении внутреннего давления и температуры. Распределение продольных усилий в трубопроводе на участках, допускающих продольное перемещение труб.

Раздел 4. Технология строительства и ремонта линейной части магистральных трубопроводов

4.1. Работы подготовительного периода

Подготовка строительного производства. Проект производства работ. Взаимоотношения заказчика, генерального подрядчика и субподрядных организаций. Внеплощадочные подготовительные работы.

4.2. Земляные работы при сооружении магистральных трубопроводов

Виды грунтов и их характеристика. Способы устройства траншей в мягких грунтах. Технология производства земляных работ в трубопроводном строительстве. Рекультивация земель.

4.3. Изоляционно-укладочные работы

Типы изоляционных материалов и покрытий. Технология производства изоляционных работ в трассовых условиях и на базах. Сооружение трубопроводов из труб с заводской изоляцией. Совмещенный и отдельный способы производства изоляционно-укладочных работ. Напряженное состояние трубопровода при изоляционно-укладочных работах.

4.4. Очистка внутренней полости и испытание трубопроводов

Способы и схемы очистки полости трубопроводов. Технические средства очистки. Испытание трубопроводов на прочность и герметичность. Гидравлические и пневматические испытания, область их применения. Технологический процесс испытания. Оценка результатов испытаний.

4.5. Организация строительства линейной части магистральных трубопроводов

Структура системы организации строительства. Функционирование системы организации строительства. Единая классификация технологических схем строительства линейной части магистральных трубопроводов.

Схемы организации линейных объектных потоков. Структура потока при строительстве подземного трубопровода. Метод приведенной протяженности трассы. Метод сопоставимых трасс. Организация скоростных потоков. Структура потока при сооружении комбинированного трубопровода. Управление запасами труб и материалов. Организация строительства из труб с заводской изоляцией. Синхронизация поточного производства работ при строительстве магистрального трубопровода.

Принципы нормирования продолжительности строительства трубопроводов. Организация одновременного строительства нескольких трубопроводов. Операционная модель системы организации строительства линейной части трубопроводов.

4.6. Аварийно-восстановительный ремонт на магистральных трубопроводах

Виды аварий на газонефтепроводах. Ликвидация аварий на нефтепроводах. Способы вырезки поврежденных участков трубопровода. Ликвидация аварий на газопроводах. Организация и производство работ по аварийно-восстановительному ремонту подводных трубопроводов.

4.7. Капитальный ремонт газонефтепроводов

Износ и повреждения газонефтепроводов. Виды работ при капитальном ремонте. Технологическая схема ведения капитального ремонта газонефтепроводов. Ремонт подводных переходов. Ремонт надземных переходов.

Раздел 5. Сооружение трубопроводов в сложных условиях

5.1. Строительство трубопроводов в горных условиях

Характеристика горных условий. Особенности организации строительства в условиях горной местности. Разработка траншей на продольных уклонах без применения буровзрывных работ. Конструкции полок и траншей, буровзрывной комплекс. Разработка грунтов на полках. Расчет устойчивости полок. Монтажные и изоляционно-укладочные работы. Напряженное состояние трубопроводов, подверженных воздействию оползающих грунтов. Методы закрепления оползающих грунтов.

5.2. Строительство трубопроводов в условиях болот

Классификация болот применительно к трубопроводному строительству. Разработка водонасыщенных грунтов. Способы укладки трубопроводов на болотах. Устойчивость трубопроводов, сооружаемых на болотах. Способы усиления несущей способности болотистого фунта.

5.3. Строительство магистральных трубопроводов в условиях вечномерзлых грунтов

Характеристика вечномерзлых грунтов. Влияние трубопровода на изменение свойств вечномерзлых грунтов. Особенности технологии строительства трубопроводов в условиях вечномерзлых грунтов. Способы прокладки трубопроводов. Производство земляных и изоляционно-укладочных работ. Тепловые расчеты при оценке устойчивости положения трубопровода.

5.4. Строительство и эксплуатация морских трубопроводов

Проектирование морских трубопроводов. Глубоководные участки морских трубопроводов. Тепловой и гидравлический расчет морских участков трубопроводов. Расчет напряженно-деформированного состояния на стадии строительства и эксплуатации. Предельные состояния морских трубопроводов (усталость, смятие, коррозионный износ). Способы строительства, обслуживания и ремонта морских трубопроводов. Защита от коррозии морских трубопроводов. Особенности эксплуатации в береговой, шельфовой и глубоководной (абиссальной) зоне. Защита от оползневых явлений и мутьевых потоков. Обеспечение устойчивости глубоководных участков с помощью стопперов.

Специальные технические решения при проектировании и строительстве магистральных трубопроводов.

Проектирование, строительство и эксплуатация компенсирующих устройств. Способы обеспечения надежности и безопасности при проектировании и строительстве переходов через автомобильные и железные дороги (коллекторы, труба в трубе и т.д.).

Проектирование и применение многослойных, полиэтиленовых и композитных труб. Способы ремонта стальных трубопроводов с помощью композитных материалов, муфтовых катушек т.д.

Проектирование, эксплуатация и ремонт трубопроводных обвязок КС, ДКС, ГРС. Оценка напряженно-деформированного состояния. Отстройка от

резонанса, возбуждаемого циклическими и динамическими пульсациями газового потока. Обеспечение прочности и устойчивости проектного положения при помощи расстановки опор, применения сильфонных компенсаторов т.д.

Расчет на прочность сосудов, работающих при высоком давлении на трубопроводных обвязках КС, ДКС, ГРС. Нормативные требования к техническому обслуживанию и обеспечению безопасности сосудов давления.

Проектирование, расчет напряженно-деформированного состояния тройниковых соединений на обвязках КС и магистральных трубопроводах. Обеспечение прочности и надежности камер приема-запуска внутритрубных снарядов-дефектоскопов.

Раздел 6. Переходы трубопроводов через естественные и искусственные препятствия

6.1. Сооружение подводных переходов

Классификация подводных трубопроводов. Выбор створа подводного перехода. Расчет устойчивости подводных трубопроводов. Гидродинамическое воздействие потока, волновое воздействие. Расчет тягового усилия и тяговых средств для протаскивания трубопроводов, расчет напряженного состояния трубопровода при укладке его в подводную траншею способом свободного погружения.

6.2. Надземная прокладка магистральных трубопроводов

Системы прокладки, применяемые для надземных трубопроводов. Надземные трубопроводы с компенсаторами. Прямолинейная прокладка надземных трубопроводов без компенсаторов. Расчет напряженного состояния надземных трубопроводов, работающих при неизотермическом режиме эксплуатации. Надземная прокладка трубопроводов по самокомпенсирующим контурам. Висячие системы, применяемые для надземных переходов трубопроводов, через препятствия. Арочные системы, применяемые для надземных переходов. Расчет арок с учетом прилегающих подземных участков труб. Проектирование опор надземных трубопроводов и их механическое поведение при эксплуатации.

Раздел 7. Защита магистральных трубопроводов от коррозии

Коррозионная активность грунтов. Факторы, влияющие на скорость процесса почвенной коррозии. Построение поляризационной кривой и определение защитного эффекта. Электрохимические способы защиты трубопровода от коррозии. Методы определения защищенности трубопроводов.

Схемы катодной защиты. Закономерности распределения потенциала и тока вдоль трубопровода при катодной защите. Электрические параметры трубопровода. Расчет катодной защиты. Расчет анодного заземления.

Принципиальная схема протекторной защиты. Расчет протекторной защиты.

Механизм возникновения в грунте блуждающих токов и процесс электрокоррозии трубопровода. Защита трубопроводов от блуждающих токов. Принцип, электрическая схема, конструктивное устройство электродренажной защиты. Типы электрических дренажей, их назначение и применение. Расчет электродренажной защиты.

Раздел 8. Сооружение и ремонт нефтеперекачивающих и компрессорных станций

8.1. Сооружение нефтеперекачивающих и компрессорных станций

Блочно – комплектное строительство компрессорных станций. Генеральные планы блочных НПС и КС. Блок-боксы и блок-контейнеры для размещения основного и вспомогательного оборудования. Основное оборудование (нефтеперекачивающие и газоперекачивающие агрегаты) в блочном исполнении. Вспомогательное оборудование НПС и КС в блочном исполнении. Техничко-экономические преимущества комплектно-блочного метода строительства НПС и КС. Транспортировка блочно-комплектного оборудования, блок-боксов и блок-контейнеров.

Фундаменты под основное и вспомогательное оборудование. Земляные работы. Монтаж фундаментов. Общие приемы монтажа блочно-комплектного основного оборудования НПС и КС. Монтаж блок-боксов и блок-контейнеров. Пуско-наладочные работы.

Технологические трубопроводы. Индустриализация монтажа технологических трубопроводов.

8.2. Ремонт основного оборудования НПС и КС

Износ оборудования НПС и КС. Система планово-предупредительного ремонта. Организация ремонтных работ. Сетевые графики. Методы проверки оборудования и деталей. Организация парка запасных частей. Ремонт поршневых насосов. Ремонт газомотокомпрессоров. Ремонт центробежных насосов. Ремонт газотурбинных газоперекачивающих агрегатов. Методы восстановления деталей основного оборудования НПС и КС.

Раздел 9. Нефтебазы и газонефтехранилища

Прогнозирование потребности в нефтепродуктах и газовом топливе. Способы хранения нефти и газа. Расчет необходимого объема емкости хранилищ для регулирования неравномерности нефтегазоснабжения. Расчет емкости нефтебаз.

9.1. Резервуары нефтебаз

Цилиндрические стальные резервуары. Расчет стальных резервуаров на прочность. Конструкция плавающих крыш и понтонов и их расчет. Конструкции и расчет оболочек сферических и каплевидных резервуаров. Индустриальные методы монтажа стальных резервуаров.

Конструкции железобетонных резервуаров и их расчет на прочность. Монтаж железобетонных резервуаров.

Расчет пропускной способности и давления дыхательной и предохранительной арматуры резервуаров. Расчет и методы сокращения потери нефти и нефтепродуктов от испарения.

9.2. Подземное хранение природного газа

Методы компенсации неравномерности потребления газа. Определение объема подземного газохранилища. Подземное хранение природного газа в водоносных пластах, выработанных нефтяных и газовых месторождениях, в отложениях каменной соли. Технологическая схема и оборудование подземного газохранилища. Аккумулирующая способность магистрального газопровода.

9.3. Хранение сжиженных углеводородных газов (СУГ)

Способы хранения СУГ. Емкости для хранения СУГ. Степень заполнения емкости. Шахтные хранилища СУГ. Хранение СУГ в отложениях каменной соли. Изотермическое хранение СУГ. Технология сооружения подземных емкостей. Технологические схемы эксплуатации подземных хранилищ. Кустовые базы СУГ и газонаполнительные станции.

9.4. Нефтегрузовые операции

Общие сведения о железнодорожных и автомобильных цистернах и наливных судах для перевозки нефтей, нефтепродуктов и сжиженных газов. Технологические расчеты сливных и наливных коммуникаций. Особенности слива застывающих нефтяных грузов и расчеты устройств для их подогрева.

Отбор проб нефтей и нефтепродуктов. Приборы для замера уровня и температуры нефти и нефтепродуктов. Автоматические и дистанционные методы определения количества нефти и нефтепродуктов емкостях.

Раздел 10. Системы снабжения природными и сжиженными газами

10.1. Системы снабжения природным газом

Классификация газопроводов систем газоснабжения в зависимости от максимального рабочего давления. Гидравлический расчет газопровода высокого (среднего) давления газа. Гидравлический расчет газопровода низкого давления. Особенности гидравлического расчета вертикального (внутридомового) газопровода.

Технологические схемы и оборудование газораспределительных станций, газорегуляторных пунктов и газорегуляторных установок.

Технология подготовки сжатого природного газа на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС). Технологическая схема и оборудование АГНКС.

10.2. Системы снабжения сжиженными углеводородными газами

Перевозка СУГ в железнодорожных и автомобильных цистернах. Баллоны для СУГ. Перевозка СУГ танкерами. Трубопроводный транспорт СУГ. Технологические схемы и оборудование для перемещения СУГ на кустовых базах и газонаполнительных станциях. Особенности гидравлического расчета сливноналивных операций СУГ.

Регазификация сжиженных углеводородных газов. Резервуарные и баллонные установки с естественными искусственным испарением.

Технологическая схема и оборудование автомобильных газозаправочных станций (АГЗС) для использования СУГ в качестве моторного топлива на транспорте.

Раздел 11. Надежность и безопасность магистральных трубопроводов

11.1. Выбор проектных решений с учетом надежности трубопроводов

Определение надежности трубопроводных систем нефтегазоснабжения. Влияние надежности оборудования и труб на основные показатели транспорта нефти и газа. Повышение надежности нефтепроводов и нефтепродуктопроводов за счет использования резервуарных парков. Эффективность повышения надежности трубопроводов резервированием агрегатов на нефтеперекачивающих и компрессорных станциях. Определение расчетной производительности магистральных трубопроводов с учетом показателей надежности оборудования. Методы оптимального секционирования трубопроводов. Повышение надежности системы трубопроводов устройством перемычек.

11.2. Оценка и обеспечение надежности трубопроводов

Сбор и обработка данных о надежности трубопровода. Условия возникновения повреждений линейной части трубопроводов. Характер отказов магистральных насосов. Определение показателей надежности линейной части магистральных трубопроводов. Показатели надежности перекачивающих станций.

Профилактическое обслуживание линейной части. Специфика капитального ремонта линейной части трубопровода. Аварийно-восстановительное обслуживание линейной части как элемент системы обеспечения надежности трубопровода.

Оценка ресурса магистрального трубопровода при проектировании. Оценка остаточного ресурса действующего магистрального трубопровода по результатам диагностического контроля. Продление ресурса с учетом системы технического обслуживания и ремонта магистральных трубопроводов.

Способы повышения надежности участков магистральных трубопроводов. Сравнительный анализ проектов с точки зрения надежности.

Экономический фактор обеспечения требуемой надежности магистральных трубопроводов.

11.3. Обеспечение безопасности при эксплуатации магистральных трубопроводов

Требования законодательства РФ по обеспечению промышленной безопасности магистрального трубопроводного транспорта. Анализ опасностей при эксплуатации магистральных трубопроводов. Оценка объемов выбросов при авариях на магистральных газо- и нефтепроводах. Расчет поражающих факторов при различных сценариях протекания аварий: ударно- волновое механическое воздействие, термическое воздействие, токсическое поражение. Взрыв и горение ТВС и ГВС. Разлитие, испарение и диффузия нефти ШФЛУ и др. продуктов. Распространение газозвудушных и топливновоздушных смесей с учетом состояния атмосферы и подстилающей поверхности. Взрыв и горение ТВС и ГВС в замкнутых объемах. Механические повреждения при авариях на магистральных трубопроводах, на промыслах и площадных нефте- и газотранспортных предприятиях.

Оценка последствий аварий для жизни и здоровья людей. Оценка материального (экономического) ущерба. Оценка экологических последствий аварий. Прогнозирование рисков аварий с учетом особенностей региона, территории.

Профилактика возникновения и развития аварий на магистральных трубопроводах. Методы и средства раннего предупреждения и оперативной ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Требования к персоналу по обеспечению безопасности и охране труда на объектах трубопроводного транспорта, базах и хранилищах.

Раздел 12. Техническая диагностика

Виды технического обслуживания и ремонта сложных систем. Энтропия и информативность диагностических систем. Статистическая оценка технического состояния по методу Байеса.

Дефекты трубопроводных конструкций и резервуаров. Оценка степени опасности дефектов. Методы неразрушающего контроля в диагностике трубопроводов и резервуарных конструкций: акустические, вихревых токов, магнитные, комбинированные. Математические методы технической диагностики. Контроль напряженного состояния трубопроводов и резервуаров.

Техническая диагностика оборудования НПС и КС. Вибрационная диагностика машин. Модели диагностических сигналов. Выделение скрытой периодичности в диагностических сигналах. Математическая модель дефекта роторной системы (на примере дисбаланса).

Параметрическая диагностика газоперекачивающих агрегатов: цель, задачи, методы решения.

Техническая диагностика линейной части магистрального трубопровода: цель, задачи, методы решения.

3. Примерный перечень вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену

1. Основные конструктивные схемы магистральных трубопроводов: подземная, наземная, надземная. Разделение трассы магистральных трубопроводов на участки различных категорий.
2. Основные требования к товарной нефти. Способы и технологические схемы установок подготовки нефти к транспортировке по трубопроводам. Способы обезвоживания нефти. Стабилизация нефти. Очистка нефти от механических примесей на нефтеперекачивающих станциях.
3. Основные требования к товарному газу. Методы извлечения из добываемого газа тяжелых углеводородов, сероводорода и углекислого газа. Способы осушки природного газа.
4. Основные физические свойства нефти и нефтепродуктов. Уравнения, описывающие течение нефти и нефтепродуктов в трубопроводах. Основные расчетные формулы для определения потери напора в трубопроводах с лупингами, вставками, перемычками. Гидравлический уклон.
5. Нефтеперекачивающие станции (НПС) магистральных трубопроводов. Основное и вспомогательное оборудование НПС.
6. Увеличение производительности действующих нефтепроводов. Режим работы нефтепровода при периодических сбросах и подкачках.
7. Уравнения, описывающие движение газа в трубопроводе. Неустановившееся движение газа в магистральных трубопроводах.
8. Компрессорные станции (КС) магистральных газопроводов: головные и линейные. Типы газоперекачивающих агрегатов. Технологические схемы КС, оборудованных газоперекачивающими агрегатами с газотурбинным, электрическим и газомоторным приводом.
9. Регулирование режима работы КС.
10. Очистка внутренней полости газопровода в целях повышения его гидравлической эффективности. Коэффициент эффективности.
11. Принципы оптимизации газотранспортных систем. Оптимальные параметры магистральных газопроводов.
12. Температурный режим магистрального газопровода. Охлаждение газа на компрессорных станциях.
13. Влияние различных факторов на объем смеси. Мероприятия по уменьшению количества смеси при последовательной перекачке.
14. Трубопроводный транспорт нестабильного конденсата.

15. Приложения методов теории подобия и размерности к исследованию двухфазных потоков в трубах.
16. Характеристики газожидкостных течений, структуры потоков, пульсации давления, истинное газосодержание и гидравлическое сопротивление.
17. Реологические свойства вязких и застывающих нефтей. Методы улучшения свойств текучести высоkozастывающих нефтей.
18. Перекачка нефтей, являющихся неньютоновскими жидкостями. Уравнение Букингема и его упрощения.
19. Методы проектирования трасс магистральных трубопроводов. Критерии оптимальности. Выбор оптимальной конфигурации трубопроводной системы (трубопровод с разветвлениями).
20. Методы расчета на прочность стальных магистральных трубопроводов. Нагрузки и воздействия.
21. Напряженное состояние трубопровода под действием внутреннего давления.
22. Принципы нормирования продолжительности строительства трубопроводов. Организация одновременного строительства нескольких трубопроводов.
23. Виды аварий на газонефтепроводах. Ликвидация аварий на нефтепроводах.
24. Дефекты эксплуатации газонефтепроводов. Виды работ при капитальном ремонте.
25. Характеристика вечномерзлых грунтов. Влияние трубопровода на изменение свойств вечномерзлых грунтов. Особенности технологии строительства трубопроводов в условиях вечномерзлых грунтов.
26. Особенности технологии строительства трубопроводов в условиях вечномерзлых грунтов.
27. Проектирование морских трубопроводов. Глубоководные участки морских трубопроводов. Тепловой и гидравлический расчет морских участков трубопроводов.
28. Проектирование, строительство и эксплуатация компенсирующих устройств.
29. Проектирование и применение многослойных, полиэтиленовых и композитных труб. Способы ремонта стальных трубопроводов с помощью композитных материалов и т.д.
30. Проектирование, эксплуатация и ремонт трубопроводных обвязок КС, ДКС, ГРС. Оценка напряженно-деформированного состояния.
31. Расчет на прочность сосудов, работающих при высоком давлении на трубопроводных обвязках КС, ДКС, ГРС. Нормативные требования к техническому обслуживанию и обеспечению безопасности сосудов давления.

32. Проектирование, расчет напряженно-деформированного состояния тройниковых соединений на обвязках КС и магистральных трубопроводах.
33. Системы прокладки, применяемые для надземных трубопроводов. Особенности применения различных схем прокладки. Надземные трубопроводы с компенсаторами.
34. Вантовые схемы, применяемые для надземных переходов трубопроводов, через препятствия. Арочные системы, применяемые для надземных переходов.
35. Особенности комплектно-блочного строительства. Генеральные планы блочных НПС и КС. Блок-боксы и блок-контейнеры для размещения основного и вспомогательного оборудования.
36. Износ оборудования НПС и КС. Система планово-предупредительного ремонта. Организация ремонтных работ. Сетевые графики.
37. Прогнозирование потребности в нефтепродуктах и газовом топливе. Способы хранения нефти газа.
38. Расчет пропускной способности и давления дыхательной и предохранительной арматуры резервуаров. Расчет и методы сокращения потерь нефти и нефтепродуктов от испарения.
39. Диспетчерско-оперативное управление, экспертные системы и системы поддержки принятия решений при управлении процессами транспорта и хранения углеводородных сред и жизненным циклом объектов.
40. Информационные системы и средства моделирования процессов транспорта и хранения газовых, жидкостных и многофазных сред для создания эффективных процессов и высоконадежных конструкций.
41. Современные методы, средства и технологии цифровизации и роботизации процессов транспорта и хранения нефти и газа. Цифровая модель.
42. Информационные системы и методы мониторинга и управления жизненным циклом объектов и оборудования нефтегазопроводов, баз и хранилищ.

3.1. Кандидатский экзамен проводится в устной форме. По билетам. В билете три вопроса.

3.2. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения программы

Оценка	Критерии оценки
«Отлично»	Оценка «отлично» выставляется в случае, если ответы на поставленные вопросы в билете излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений; полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями, делаются обоснованные выводы, демонстрируется освоение соответствующих компетенций; соблюдаются нормы литературной речи
«Хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется, в случае если ответы на

	поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно; материал излагается уверенно, раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями; демонстрируются освоение соответствующих компетенций, и умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; соблюдаются нормы литературной речи
«Удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется, в случае если демонстрируется освоение соответствующих компетенций, но допускаются нарушения в последовательности изложения, неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями; имеются затруднения с выводами; допускаются нарушения норм литературной речи
«Неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется, в случае если демонстрируется неполное освоение соответствующих компетенций, материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определённой системы знаний, не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями, не проводится анализ, выводы отсутствуют; имеются заметные нарушения норм литературной речи

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

4.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 1.

4.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Электронный каталог/Электронная библиотека ТИУ (<http://webirbis.tsogu.ru/>);
- База данных «ЭБС ЛАНЬ» (www.e.lanbook.com);
- «Образовательная платформа ЮРАЙТ» «Электронного издательства ЮРАЙТ» (www.urait.ru);
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» (<http://elibrary.ru/>);
- Цифровой образовательный ресурс IPRsmart (<http://www.iprbookshop.ru/>);
- Научно-техническая библиотека ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина» (<http://elib.gubkin.ru/>);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (<http://bibl.rusoil.net>);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет» (<http://lib.ugtu.net/books>);
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента» (<http://www.studentlibrary.ru>);
- Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>).

Список рекомендуемой литературы

Программа кандидатского экзамена «Специальная дисциплина Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ»

Шифр и наименование научной специальности 2.8.5. Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ

№ п/п	Название издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Современные проблемы транспорта углеводородных газов : монография / Ю. Д. Земенков, А. Б. Шабров, М. Ю. Земенкова [и др.] ; ТИУ. - Тюмень : ТИУ, 2021. - 425 с.: ил. - Электронная библиотека ТИУ. - Библиогр.: с. 411. - ISBN 978-5-9961-2181-6	2+ЭР	+
2	Основы энергоэффективных технологий трубопроводного транспорта нефти и газа: Учебное пособие / С. М. Чекардовский, А. М. Куликов, А. Г. Закирзаков [и др.]. - Тюмень : ТИУ, 2020. - 109 с.	2+ЭР	+
3	Эксплуатация объектов трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. В 2 т.: учебное пособие. Т. 2 / Ю. Д. Земенков, Р. Р. Исламов, А. К. Николаев [и др.]; под общ. ред. Ю. Д. Земенкова; ТИУ. - Тюмень : ТИУ, 2022. - 315 с.	2+ЭР	+
4	Газонаполнительные и газораспределительные станции: учебное пособие / под общей редакцией Ю. Д. Земенкова - Тюмень : Вектор Бук, 2003. - 336 с.	ЭР	+
5	Разработка новой технологии укладки трубопроводов на композитных понтонных модулях в условиях Сибири и Крайнего Севера: Монография / Рябков А.В, Иванов В.А., Закураев А.Ф. - Тюмень : ОАО «Тюменский дом печати», 2014. - 392 с.	60	-

Согласовано:




Библиотечно-издательский комплекс