

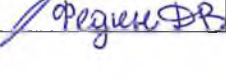
# **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ПРИЕМ 2019 г.**

**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

## **Надежность и прочность объектов транспорта нефти и газа**

|                                                         |                                                                        |         |   |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------|---|
| Направление подготовки/<br>специальность                | 21.04.01 Нефтегазовое дело                                             |         |   |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов |         |   |
| Специализация                                           | Надежность и безопасность объектов транспорта и хранения углеводородов |         |   |
| Уровень образования                                     | высшее образование - магистратура                                      |         |   |
| Курс                                                    | 2                                                                      | семестр | 3 |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 6                                                                      |         |   |

|                                                                                                   |                                                                                                                                                                          |                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| И. о. заведующего кафедрой -<br>руководителя отделения<br>нефтегазового дела на правах<br>кафедры |                                                                                        | И.А. Мельник            |
| Руководитель ООП                                                                                  |                                                                                       | А.В. Шадрина            |
| Преподаватель                                                                                     |   | А.Л. Саруев, Д.В. Федин |

2020 г.

**1. Роль дисциплины «Надежность и прочность объектов транспорта нефти и газа» в формировании компетенций выпускника:**

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                               | Индикаторы достижения компетенций |                                                                                                                                                                                                                     | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                                                        | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения                                                                                                                                                                                  | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ОПК(У)-3        | Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии                                                                       | И.ОПК(У)-3.1                      | Анализирует информацию и составляет обзоры, отчеты                                                                                                                                                                  | ОПК(У)-3.131                                                | Знает порядок оформления, правила составления отдельных отчетов, обзоров                                                                                                                                                                                                                          |
|                 |                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                                                     | ОПК(У)-3.1У1                                                | Умеет анализировать информацию, составлять обзоры, отчеты                                                                                                                                                                                                                                         |
|                 |                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                                                     | ОПК(У)-3.1В1                                                | Владеет опытом анализа информации, составления обзоров, отчетов                                                                                                                                                                                                                                   |
| ПК(У)-2         | Способность анализировать и обобщать данные о работе технологического оборудования, осуществлять контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами в трубопроводном транспорте нефти и газа | И.ПК(У)-2.1                       | Способен анализировать и обобщать данные о работе технологического оборудования, осуществлять контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами в трубопроводном транспорте нефти и газа | ПК(У)-2.131                                                 | Знает назначение, устройство и принципы работы оборудования; технические регламенты по техническому обслуживанию, ремонту, диагностическому обследованию оборудования, установок и систем                                                                                                         |
|                 |                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-2.1У1                                                 | Умеет организовать, проводить, руководить расчетами и экспериментальными работами по оценке технического состояния оборудования; производить идентификацию угроз для конкретных объектов и условий их эксплуатации                                                                                |
|                 |                                                                                                                                                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                                                     | ПК(У)-2.1В1                                                 | Владеет опытом организации производственного процесса, анализа технического состояния оборудования трубопроводного транспорта нефти и газа; определения объемов работ по его техническому обслуживанию и ремонту, оцениванию объема и качества выполнения работ по устранению выявленных дефектов |

## 2. Показатели и методы оценивания

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Код индикатора достижения контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование раздела дисциплины                                                                                                                                                                                      | Методы оценивания (оценочные мероприятия)                                                                               |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                         |
| РД 1                                          | Определять и рассчитывать различные прочностные характеристики нефтегазового оборудования. Проводить оценку технического состояния оборудования, производить идентификацию угроз для конкретных объектов и условий их эксплуатации.                                                                                                                     | И.ОПК(У)-2.1                                                        | Раздел (модуль) 1.<br>Оценка конструктивной надежности и прочности магистрального трубопровода                                                                                                                       | Защита практических работ<br>Защита лабораторных работ<br>Экзамен                                                       |
|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     | Раздел (модуль) 2.<br>Надежность и ресурс конструкций газонефтепроводов                                                                                                                                              |                                                                                                                         |
| РД2                                           | Рассчитывать прочностные характеристики объектов газонефтепроводов и газонефтехранилищ. Осуществлять выбор оптимальных решений при оценке прочностных характеристик оборудования.                                                                                                                                                                       | И.ПК(У)-3.1                                                         | Раздел (модуль) 8.<br>Классификация резервуаров их прочность                                                                                                                                                         | Защита практических работ<br>Защита лабораторных работ<br>Контрольная работа 1<br>Экзамен                               |
|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     | Раздел (модуль) 3.<br>Основы расчета механической надежности и оптимизация коэффициента запаса прочности основных несущих элементов магистральных трубопроводов                                                      |                                                                                                                         |
|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     | Раздел (модуль) 4.<br>Современное состояние и основные направления совершенствования теорий прочности долговечности материалов и элементов конструкций как теоретической основы проектирования трубопроводных систем |                                                                                                                         |
| РД3                                           | Разрабатывать методики аналитических и экспериментальных исследований с оценкой прочности и долговечности. Определять техническое состояние оборудования трубопроводного транспорта нефти и газа, рассчитывать объем работ по его техническому обслуживанию и ремонту, оцениванию объема и качества выполнения работ по устранению выявленных дефектов. | И.ОПК(У)-2.1                                                        | Раздел (модуль) 5.<br>Современный подход к оценке прочности элементов и сварных соединений трубопроводов. Перспективы применения механики мелких трещин при оценке надежности конструкций при эксплуатации           | Защита практических работ<br>Защита лабораторных работ<br>Контрольная работа 2<br>Реферат<br>Курсовой проект<br>Экзамен |
|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     | Раздел (модуль) 7.<br>Основы численного моделирования магистральных трубопроводов                                                                                                                                    |                                                                                                                         |
|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                     | Раздел (модуль) 6.<br>Методы оценки работоспособности строительных конструкций нефтегазового комплекса как научная основа их проектирования                                                                          |                                                                                                                         |

### 3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литературная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

#### Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

| % выполнения задания | Соответствие традиционной оценке | Определение оценки                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90%÷100%             | «Отлично»                        | Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному |
| 70% - 89%            | «Хорошо»                         | Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов             |
| 55% - 69%            | «Удовл.»                         | Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов            |
| 0% - 54%             | «Неудовл.»                       | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям                                                                                                                                                      |

#### Шкала для оценочных мероприятий зачета

| % выполнения заданий экзамена | Зачет, балл | Соответствие традиционной оценке | Определение оценки                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------|-------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90%÷100%                      | 18 ÷ 20     | «Отлично»                        | Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному |
| 70% - 89%                     | 14 ÷ 17     | «Хорошо»                         | Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов             |
| 55% - 69%                     | 11 ÷ 13     | «Удовл.»                         | Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов            |
| 0% - 54%                      | 0 ÷ 10      | «Неудовл.»                       | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям                                                                                                                                                      |

#### 4. Перечень типовых заданий

| №п/п                                                                                               | Оценочные мероприятия                                                                                                                                                             | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел (модуль 1). Оценка конструктивной надежности и прочности магистрального трубопровода</b> |                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1                                                                                                  | Защита практической работы №1<br><b>Методики расчета на прочность и устойчивость магистральных трубопроводов</b>                                                                  | Вопросы:<br>1. Проверка прочности и устойчивости ремонтируемых участков газонефтепроводов.<br>2. Нагрузки и воздействия на трубопровод.<br>3. Определение толщин стенок и допустимого давления труб и соединительных деталей.<br>4. Поверочный расчет трубопроводов на прочность. Общие положения.<br>5. Поверочный расчет трубопроводов на прочность с давлением до 10 Мпа.<br>6. Расчет трубопроводов на сейсмостойкость.<br>7. Расчет трубопровода на вибрацию.                          |
| 2                                                                                                  | Защита лабораторной работы №1<br><b>Математические модели для анализа упруго пластического поведения трубопроводных конструкций. Упруго пластическое поведение трубных сталей</b> | Вопросы:<br>1. Анализ существующих российских и зарубежных методов моделирования и оптимизации транспорта нефти и газа по трубопроводам.<br>2. Моделирование процессов упругопластического деформирования.<br>3. Критерии разрушения при циклическом упругопластическом деформировании.<br>4. Оценка долговечности элементов конструкции.<br>5. Определение кривой малоциклового усталости.<br>6. Идентификация параметров моделей накопления повреждений.                                  |
| 3                                                                                                  | Защита практической работы №2<br><b>Расчет на прочность и долговечность труб с механическими повреждениями типа "Риска"</b>                                                       | Вопросы:<br>1. Что характеризует риска на трубопроводе?<br>2. Как возникают механические повреждения типа «риска»?<br>3. Дефекты, выявляемые при внутритрубной диагностике магистральных газонефтепроводов.<br>4. Порядок расчета на прочность труб с продольными рисками.<br>5. Деформационные условия (критерии) предельной прочности и предельной пластичности.<br>6. От чего зависят коэффициент запаса по прочности трубы, и коэффициент запаса по скорости роста усталостной трещины. |
| <b>Раздел (модуль 2). Надежность и ресурс конструкций газонефтепроводов</b>                        |                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4                                                                                                  | Защита практической работы №3<br><b>Расчет на прочность подземных и надземных магистральных трубопроводов</b>                                                                     | Вопросы:<br>1. Что включает в себя метод предельных состояний?<br>2. Что такое нормативные нагрузки от собственного веса трубопровода, арматуры и обустройств изоляции, от веса и давления грунта?<br>3. Как определяют расчетные сопротивления материала труб и соединительных деталей?<br>4. Расчетная схема трубопровода.<br>5. Особенности расчета трубопроводов в сейсмических условиях.<br>6. Расчетные усилия и перемещения трубопровода при резонансе.                              |

|                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                                                                                                                                                                                                 | Защита лабораторной работы №2<br><b>Моделирование геометрии трубопроводов на базе стандартных элементов. Моделирование нагрузок на участок трубопроводов</b> | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                              | <div>1. Информация о расчетной модели трубопровода.</div> <div>2. Метод решения уравнений равновесия трубопроводных систем.</div> <div>3. Упруго-пластическое поведение трубных сталей.</div> <div>4. Моделирование взаимодействия подземного участка трубопровода и прилегающего грунта.</div> <div>5. Методы численного моделирования осколочного поражения при авариях на газопроводах.</div> <div>6. Методы снижения затрат на транспортирование газов и жидкостей по трубопроводам.</div> |
| 6                                                                                                                                                                                                                 | Защита практической работы №4<br><b>Расчет на прочность арматуры.</b>                                                                                        | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                              | <div>1. Причины разрушения арматуры.</div> <div>2. Обоснования прочности с оценкой по предельным состояниям.</div> <div>3. Нагрузки и воздействия на арматуру.</div> <div>4. Определение номинальных допускаемых напряжений для корпусов и крышек арматуры.</div> <div>5. На основе упругого расчета какие определяют категории напряжений?</div> <div>6. Предельное состояние арматуры по отношению к критическим отказам.</div>                                                              |
| Раздел (модуль) 3. Основы расчета механической надежности и оптимизация коэффициента запаса прочности основных несущих элементов магистральных трубопроводов                                                      |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 10                                                                                                                                                                                                                | Защита лабораторной работы №3<br><b>Расчёт напряжений в трубе с учётом внутреннего давления, температурных воздействий и внешних нагрузок</b>                | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                              | <div>1. Расчетные схемы для основных несущих элементов линейной части трубопроводов.</div> <div>2. Расчет напряжений в стенке трубопровода.</div> <div>3. Расчетная амплитуда напряжений.</div> <div>4. Допускаемый размах напряжений.</div> <div>5. Кольцевое напряжение расчетное и допускаемое.</div> <div>6. Основные воздействия и факторы, влияющие на прочность и устойчивость трубопроводов.</div>                                                                                     |
| 11                                                                                                                                                                                                                | Защита практической работы №5<br><b>Расчет отдельных элементов трубопроводов на прочность</b>                                                                | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                              | <div>1. Допускаемые напряжения.</div> <div>2. Коэффициенты прочности.</div> <div>3. Расчет на прочность труб и фасонных деталей под действием внутреннего давления.</div> <div>4. Детали трубопроводов.</div> <div>5. Проверка трубопровода на дополнительные нагрузки.</div> <div>6. Поверочный расчет трубопровода на выносливость.</div>                                                                                                                                                    |
| 12                                                                                                                                                                                                                | Защита практической работы №6<br><b>Расчет на прочность и долговечность труб с дефектами геометрии типа "вмятина", "гофр"</b>                                | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                              | <div>1. Существующие методики оценки влияния вмятин на прочность трубопроводов.</div> <div>2. Что такое "вмятина", "гофр"?</div> <div>3. Порядок выполнения расчета на прочность и долговечность.</div> <div>4. Критерии прочности и долговечности.</div> <div>5. Классификации дефектов по степени опасности.</div> <div>6. Утонение стенки трубы на значительной площади чем обычно вызывается?</div>                                                                                        |
| Раздел (модуль) 4. Современное состояние и основные направления совершенствования теорий прочности долговечности материалов и элементов конструкций как теоретической основы проектирования трубопроводных систем |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|    |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 | Защита лабораторной работы №4<br><b>Коэффициент запаса прочности. Методы анализа НДС и повышения несущей способности трубопроводных систем</b> | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|    |                                                                                                                                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Постановка задач теории упругости.</li> <li>2. Анализ НДС и оценка прочности промышленных трубопроводных систем.</li> <li>3. Условия статической и циклической прочности.</li> <li>4. Запасы прочности по несущей способности.</li> <li>5. Анализ традиционных подходов к оценке прочности и надежности конструкций.</li> <li>6. Какие факторы влияют на выбор требуемого коэффициента запаса прочности?</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 14 | Защита практической работы №7<br><b>Определение остаточного срока службы трубопроводной арматуры</b>                                           | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|    |                                                                                                                                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Порядок выполнения работ по определению остаточного ресурса и количественных значений показателей надежности арматуры.</li> <li>2. Методика работ по определению остаточного ресурса и количественных значений показателей надежности арматуры.</li> <li>3. Рекомендуемые методы неразрушающего контроля основных деталей арматуры при ее техническом освидетельствовании и ремонтах.</li> <li>4. Схемы рекомендуемых мест обследования арматуры.</li> <li>5. Данные об условиях эксплуатации, необходимые для выполнения поверочных расчетов арматуры в объеме требований ГОСТ.</li> <li>6. Выбор показателей безотказности арматуры.</li> </ol> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 13 | Защита практической работы №8<br><b>Расчет минимально допустимой толщины корпуса и крышки задвижки</b>                                         | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|    |                                                                                                                                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нормирование статической прочности корпусов и крышек арматуры.</li> <li>2. Номинальная (исполнительная) толщина стенки.</li> <li>3. Нормирование прочности при выполнении упругого расчета.</li> <li>4. Проверка прочности корпуса и крышки.</li> <li>5. Поверочный расчет арматуры проводят с учетом каких нагрузок?</li> <li>6. Что включает номенклатура показателей надежности задвижек?</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 14 | Контрольная работа 1                                                                                                                           | <b>Теоретическая часть</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Практическая часть</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|    |                                                                                                                                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Причины отказов линейной части нефтегазопроводов. Влияние дефектов труб на их долговечность.</li> <li>2. Влияние локального утонения стенки на прочность сварных труб.</li> <li>3. Нагрузки и воздействия на магистральные газонефтепроводы.</li> <li>4. Как определяется напряженно – деформированное состояние кривых труб?</li> <li>5. Свойства металлов, влияющие на прочность трубопроводов.</li> <li>6. Методы обнаружения дефектов магистральных газонефтепроводов (применяемые методы).</li> </ol>                                                                                                                                        | <p><b>Задача 1.</b> Трубопровод условным проходом DN=500 мм (номинальным диаметром) изготовлен из стали 20, транспортирует горючую жидкость 4 класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76 при рабочем давлении <math>P_r = 7,5</math> МПа и температуре <math>t = 270^\circ\text{C}</math>. Скорость проникновения коррозии составляет, <math>\Pi = 0,1</math> год/мм. Срок службы трубопровода 10 лет. Определить толщину стенки трубы и допускаемое внутреннее давление.</p> <p><b>Задача 2.</b> Определить толщину стенки гнutoго отвода с радиусом кривизны осевой линии равной <math>R = 150</math> мм. Так как нормативная относительная овальность не задана принимаем расчетную относительную овальность <math>a_p = 10\%</math>.</p> <p><b>Задача 3.</b> Определить толщину секторного отвода с радиусом кривизны осевой линии равной <math>R = 100</math> мм.</p> <p><b>Задача 4.</b> Определить толщину стенки сварного переходного тройника с условным проходом DN 100 на условный проход DN 80 мм.</p> |

|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                          |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                          |          | <b>Задача 5.</b> Выполнить расчет оценки работоспособности участка газопровода с одиночными дефектами при учете напряжений от внутреннего давления.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Раздел (модуль) 5. Современный подход к оценке прочности элементов и сварных соединений трубопроводов. Перспективы применения механики мелких трещин при оценке надежности конструкций при эксплуатации</b> |                                                                                                                                          |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 15                                                                                                                                                                                                             | Защита практической работы №9<br><b>Определение допустимого давления для трубы с дефектом по критерию статической прочности</b>          | Вопросы: | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Значения интенсивности деформации, объемной деформации и деформационного параметра.</li> <li>2. Оценка и прогноз технического состояния труб с дефектами.</li> <li>3. Расчетные напряжения в трубах и соединительных деталях.</li> <li>4. Рекомендации по определению допустимого рабочего давления магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов.</li> <li>5. Критерии статической прочности.</li> <li>6. Диагностирование трубопроводов, содержащих расслоения металла .</li> </ol>           |
| 16                                                                                                                                                                                                             | Защита лабораторной работы №5<br><b>Применение балочных моделей для несущих конструкций сферической крыши цилиндрического резервуара</b> | Вопросы: | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчёт стационарной сферической кровли (ребристо-кольцевой купол).</li> <li>2. Нормативные требования к крышам вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.</li> <li>3. Вклад снеговой нагрузки в напряженно-деформированное состояние купола.</li> <li>4. Максимальные значения расчетных нагрузок, действующих на крышу.</li> <li>5. Элементы конструкции резервуара вертикального стального.</li> <li>6. Оптимальные геометрические размеры резервуара.</li> </ol> |
| 17                                                                                                                                                                                                             | Защита практической работы №10<br><b>Расчет стенки резервуара на прочность и устойчивость</b>                                            | Вопросы: | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Критическое напряжение в стенке резервуара.</li> <li>2. Вертикальные осевые и кольцевые напряжения в резервуаре.</li> <li>3. Для расчета узла сопряжения стенки резервуара с днищем какие необходимо определить характеристики?</li> <li>4. Определение дополнительных напряжений в днище от неравномерной осадки резервуара.</li> <li>5. Гидродинамическое давление на стенку резервуара.</li> <li>6. Как определяют период собственных колебаний стенки резервуара?</li> </ol>                      |
| 18                                                                                                                                                                                                             | Защита лабораторной работы №6<br><b>Определение перемещений стенки резервуара. Определение главных напряжений</b>                        | Вопросы: | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Окружное напряжение.</li> <li>2. Расчетная схема для определения кольцевых напряжений от гидростатического давления нефтепродукта с удельным весом.</li> <li>3. Схема нагружения резервуара внутренним давлением.</li> <li>4. От чего зависит величина критических напряжений?</li> <li>5. Днища резервуаров должны иметь какую конструкцию?</li> <li>6. Канонические уравнения метода сил.</li> </ol>                                                                                                |

**Раздел (модуль) 6. Методы оценки работоспособности строительных конструкций нефтегазового комплекса как научная основа их проектирования**

|    |                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20 | Защита практической работы №11<br><b>Расчёт на статическую и малоцикловую прочность трубопровода</b>                                        | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|    |                                                                                                                                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что предусматривает поверочный расчет трубопровода?</li> <li>2. Как определяют внутренние силовые факторы и реакции опор?</li> <li>3. Система статически определимая.</li> <li>4. Что понимают под циклом нагружения?</li> <li>5. При расчете на малоцикловую прочность какие учитывают циклы нагружения?</li> <li>6. Как определяют допускаемую амплитуду напряжений?</li> </ol>                                                                                                                                                                      |
| 21 | Защита лабораторной работы №7<br><b>Выбор эквивалентных напряжений для оценки прочности при сложном напряженном состоянии трубопроводов</b> | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|    |                                                                                                                                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Критерий прочности или пластичности.</li> <li>2. Эквивалентное напряжение.</li> <li>3. Критерий наибольших касательных напряжений.</li> <li>4. Критерий наибольших линейных деформаций.</li> <li>5. Критерий наибольших нормальных напряжений.</li> <li>6. Теория Мора.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 22 | Защита практической работы №12<br><b>Оценка работоспособности участков трубопроводов с поверхностными повреждениями</b>                     | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|    |                                                                                                                                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какую проверку необходимо проводить для предотвращения недопустимых пластических деформаций в опасных точках трубопровода?</li> <li>2. Определение и наличие повреждений и их линейные размеры.</li> <li>3. Алгоритм для определения работоспособности участков газопроводов с поверхностными повреждениями.</li> <li>4. Какую последовательность операции необходимо выполнить для оценки работоспособности отводов?</li> <li>5. Понятие остаточного ресурса трубопроводов.</li> <li>6. Обязательные процедуры обследования трубопроводов.</li> </ol> |
| 23 | Защита лабораторной работы №8<br><b>Исследование НДС в местах концентрации напряжений, сопряжений стенки и патрубков</b>                    | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|    |                                                                                                                                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что является определяющим при оценке остаточного ресурса в условиях коррозионно-эрозионного износа трубопроводов?</li> <li>2. Способ оценки НДС изогнутых участков магистрального трубопровода с дефектными сварными стыками.</li> <li>3. Теоретический коэффициент концентрации напряжений.</li> <li>4. Методы расчета полей напряжений, основанные на теории тонких пластин и оболочек.</li> <li>5. Факторы, способствующие снижению конструктивной прочности.</li> </ol>                                                                            |

**Раздел (модуль) 7. Основы численного моделирования магистральных трубопроводов**

|    |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 23 | Защита лабораторной работы №9<br><b>Модальный анализ конструкций в программе ANSYS. Гармонический анализ трубопроводов и резервуаров</b> | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|    |                                                                                                                                          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проведение модального анализа.</li> <li>2. Гармонический анализ.</li> <li>3. Основные понятия и концепция МКЭ.</li> <li>4. Особенности модуля расчета трубопроводов.</li> <li>5. Что используется при классификации форм колебаний цилиндрических оболочек.</li> </ol> |

|                                                           |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 24                                                        | Защита практической работы №13<br><b>Обоснование коэффициента запаса прочности участка трубопровода с поверхностным коррозионным дефектом</b>  | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                           |                                                                                                                                                | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Разрушающее давление.</li><li>2. Численное значение фактического коэффициента запаса несущей способности.</li><li>3. Способы расчета на прочность трубопровода.</li><li>4. Как определяется опасность коррозионных дефектов.</li><li>5. Анализ существующих способов прогнозирования и поддержания остаточного ресурса труб.</li><li>6. Оценка работоспособности газопроводных труб на основе их диагностического контроля.</li></ol>                                                                                                                                                                                   |
| 25                                                        | Защита лабораторной работы №10<br><b>Моделирование коррозионных дефектов стенки резервуара</b>                                                 | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                           |                                                                                                                                                | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Самые основные дефекты и повреждения РВС.</li><li>2. Контроль технического состояния резервуара.</li><li>3. Причины возникновения дефектов резервуаров.</li><li>4. Основные участки накопления повреждений.</li><li>5. Построение геометрической и конечно-элементной моделей резервуара.</li></ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 25                                                        | Защита практической работы №14<br><b>Расчет на циклическую прочность (выносливость) гнутого отвода, стыкуемого с прямыми трубами на сварке</b> | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                           |                                                                                                                                                | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Отводы.</li><li>2. Нагрузки и воздействия при расчетах на статическую и циклическую прочность.</li><li>3. Выбор расчетной схемы трубопровода.</li><li>4. Коэффициенты прочности сварных соединений.</li><li>5. На какие группы разделяются нагрузки и воздействия, вызывающие вибрации трубопроводов.</li></ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Раздел (модуль) 8. Классификация резервуаров их прочность |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 26                                                        | Защита практической работы №15<br><b>Проверка на прочность подземного трубопровода в продольном направлении</b>                                | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                           |                                                                                                                                                | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Условия проверки на прочность подземных трубопроводов в продольном направлении.</li><li>2. Для предотвращения недопустимых пластических деформаций подземных и наземных (в насыпи) трубопроводов проверку необходимо производить по каким двум условиям?</li><li>3. Нормативная нагрузка от предварительного напряжения трубопровода.</li><li>4. Нормативная нагрузка от давления транспортируемой среды.</li><li>5. Нормативная нагрузка от нормативного температурного перепада в трубопроводе.</li><li>6. Нормативные значения нагрузок и воздействий, возникающих при транспортировании отдельных секций.</li></ol> |
| 25                                                        | Защита лабораторной работы №11<br><b>Моделирование поверхностных трещин в наиболее опасных местах трубопроводов и резервуаров</b>              | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                           |                                                                                                                                                | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Факторы коррозионного воздействия на металл.</li><li>2. Дефекты, часто попадающие в частях конструкции резервуаров.</li><li>3. Что относят к основным причинам появления вмятин и выпучин?</li><li>4. Отрицательные факторы, влияющие на ресурс резервуара.</li><li>5. Анализ моделирования напряженно деформированного состояния резервуара, в программном комплексе ANSYS.</li><li>6. Обследования технического состояния резервуаров.</li></ol>                                                                                                                                                                      |
| 25                                                        | Защита практической                                                                                                                            | Вопросы:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|    |                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | работы №16<br><b>Проверка общей устойчивости трубопровода в продольном направлении</b>                                             | 1. Нагрузки и воздействия, возникающих при их сооружении, испытании и эксплуатации трубопровода.<br>2. Как определяют нормативные сопротивления?<br>3. Что рассматривают в качестве расчетной схемы трубопровода?<br>4. Условия проверки общей устойчивости трубопровода в продольном направлении в плоскости наименьшей жесткости системы.<br>5. Как определяют продольное критическое усилие, при котором наступает потеря продольной устойчивости трубопровода?                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 25 | Защита лабораторной работы №12<br><b>Определение коэффициента интенсивности напряжений. Оценка остаточного ресурса конструкции</b> | <p>Вопросы:</p> 1. Как определяется остаточный ресурс стенки резервуара на стадии развития трещины?<br>2. Из каких этапов состоит определение коэффициента интенсивности напряжений?<br>3. При одновременном наличии каких условий осуществляется возможность прогнозирования величины остаточного ресурса?<br>4. Критерии предельных состояний оборудования.<br>5. Прогнозирование остаточного ресурса при малоцикловых нагрузках.                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 27 | Контрольная работа №2                                                                                                              | <p><b>Теоретический раздел</b></p> 1. Влияние локального утонения стенки на прочность сварных труб.<br>2. В чем заключается расчет допускаемого утонения стенки трубы, рабочего давления и определения линейных размеров коррозионных повреждений.<br>3. Прочность и устойчивость нефтегазопроводов в мерзлых грунтах. В чем заключается стохастическая задача прочности.<br>4. Типы дефектов в газонефтепроводах.<br>5. Особенности эксплуатационного разрушения трубопровода.<br>6. Критерии линейной механики разрушения трубопровода с трещиной. | <p><b>Практический раздел</b></p> <p><b>Задача 1.</b> Классифицировать дефекты магистрального трубопровода диаметром 1220 мм и толщиной стенки 12 мм по степени опасности, марка стали 13Г1С-У (Волжский трубный завод), длины дефектов – 0.1, 0.2, 0.3 м, глубина дефекта <math>d=0.2d</math> и <math>d=0.4d</math>. Построить зависимость коэффициента снижения прочности от длины и глубины дефекта.</p> <p><b>Задача 2.</b> Оценить работоспособность участка газопровода с одиночными дефектами при учете напряжений от внутреннего давления.</p> <p>Имеются исходные данные для оценки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- материал X70;</li> <li>- категория участка IV;</li> <li>- рабочее давление <math>p = 7,4 \text{ МПа}</math>;</li> <li>- толщина стенки <math>t = 18,7 \text{ мм}</math>;</li> <li>- внешний диаметр трубы <math>D_n = 1420 \text{ мм}</math>;</li> <li>- предел прочности металла трубы <math>\sigma_{sp} = 588,4 \text{ МПа}</math>;</li> <li>- длина дефекта <math>l = 500 \text{ мм}</math>;</li> <li>- максимальная глубина дефекта <math>d = 5,3 \text{ мм}</math>;</li> <li>- коэффициент надежности по внутреннему давлению <math>n_p = 1,1</math>;</li> <li>- коэффициент условий работы <math>m = 0,99</math>;</li> <li>- коэффициент надежности по материалу труб <math>k_l = 1,34</math>;</li> </ul> <p><b>Задача 3.</b> Оценить работоспособности дефектного участка по параметру овальности.</p> <p>Исходные данные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Наружный диаметр, <math>D_n = 1420 \text{ мм}</math>;</li> <li>Номинальная толщина стенки, <math>\delta_n = 15,7 \text{ мм}</math>;</li> <li>Нормативное сопротивление растяжению (сжатию) металла (предел</li> </ul> |

|    |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>текучести), <math>R_2^H = 441,0</math> МПа (сталь X70);<br/>         Рабочее давление, <math>p = 7,4</math> МПа;<br/>         Участок III категории.<br/> <b>Задача 4.</b> Определить максимально допустимую глубину коррозии для участка трубопровода III категории, изготовленного из труб 1220×12 (сталь 17Г1С, <math>R_2^H = 362,6</math> МПа) и находящуюся под давлением 5,4 МПа.<br/> <b>Задача 5.</b> Определение работоспособности участка трубы с поверхностными повреждениями.<br/>         Исходные данные:<br/>         На участках газопровода III категории, изготовленного из труб 1420×15,7 (сталь X70, <math>R_2^H = 441,3</math> МПа), обнаружено два дефекта обширного утонения стенки глубиной 3 мм (19,1%) и 4 мм (25,5%).<br/>         Давление на участке газопровода с первым дефектом - 7,2 МПа, со вторым - 6,9 МПа.</p> |
| 28 | Реферат                      | <p>Темы: 1. Современный подход к оценке прочности элементов и сварных соединений трубопроводов.<br/>         2. Современное состояние и основные направления совершенствования теорий прочности долговечности материалов и элементов конструкций как теоретической основы проектирования трубопроводных систем.<br/>         3. Основы расчета механической надежности и оптимизация коэффициента запаса прочности основных несущих элементов магистральных трубопроводов.<br/>         4. Оценка конструктивной надежности и прочности магистрального трубопровода.</p>                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1. | Выполнение курсового проекта | <p>Выполнение курсового проекта<br/>         По форме курсовой проект должен представлять собой письменную самостоятельную учебно-исследовательскую работу студента, для систематизации, закрепления теоретических знаний и практических навыков при решении конкретных задач, а также умении аналитически оценивать, защищать и обосновывать полученные результаты.<br/>         Пример исходных данных к курсовому проекту включают в себя следующую информацию:<br/>         Вариант задания на КП определяет преподаватель или по рабочей программе.<br/>         Данные конкретного варианта для расчета прочности и устойчивости нефтепровода представлены в табл.1.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Таблица 1

| Параметры                                          | Варианты заданий |       |         |       |       |       |         |       |       |       |       |       |         |        |        |
|----------------------------------------------------|------------------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|
|                                                    | 0                | 1     | 2       | 3     | 4     | 5     | 6       | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12      | 13     | 14     |
| $d_{трнар}$ - диаметр трубопровода наружный, мм    | 530              | 720   | 1020    | 1220  | 820   | 630   | 1020    | 920   | 1220  | 219   | 377   | 426   | 1067    | 325    | 273    |
| Марка стали                                        | 13ГС             | 08ГБЮ | 13Г1С-У | 12ГСБ | 17ГС  | 12Г2С | 13Г1С-У | 08ГБЮ | 09ГБЮ | 08ГБЮ | К56   | К60   | 17Г1С-У | 12Г2СБ | 10Г2СБ |
| $t^0$ - температура при сварке замыкающего стыка   | -22              | -30   | -23     | -24   | -30   | -26   | -25     | -27   | -28   | -29   | -40   | -36   | -34     | -32    | -38    |
| $t^0$ - температура эксплуатации трубопровода      | 10               | 20    | 12      | 22    | 30    | 25    | 15      | 14    | 16    | 18    | 28    | 26    | 25      | 23     | 21     |
| $\rho$ - средняя плотность нефти, т/м <sup>3</sup> | 0,700            | 0,750 | 0,790   | 0,810 | 0,830 | 0,850 | 0,870   | 0,900 | 0,820 | 0,770 | 0,760 | 0,780 | 0,800   | 0,880  | 0,890  |
| $\rho$ - средняя плотность газа, кг/м <sup>3</sup> | 0,700            | 0,750 | 0,790   | 0,810 | 0,830 | 0,850 | 0,870   | 0,900 | 0,820 | 0,770 | 0,760 | 0,780 | 0,800   | 0,880  | 0,890  |

|    |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |                         |              |                 |        |          |       |      |       |       |          |       |      |                         |                   |  |
|----|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|--------------|-----------------|--------|----------|-------|------|-------|-------|----------|-------|------|-------------------------|-------------------|--|
|    |                          | $P_1$ – рабочее давление насосной станции кгс/см <sup>2</sup><br><i>Тип грунта</i><br>$\rho_{и-}$ радиус естественного изгиба трубопровода, м                                                                                                                                                                                                              | 58                | 55                      | 48           | 46              | 54     | 56       | 48    | 54   | 46    | 90    | 60       | 55    | 48   | 70                      | 80                |  |
|    |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Гравелистый песок | Песок средней крупности | Мелкий песок | Пылеватый песок | Супеси | Суглинки | Глина | Торф | Глина | Глина | Суглинки | Глина | Торф | Песок средней крупности | Гравелистый песок |  |
|    |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 600               | 750                     | 1050         | 1200            | 550    | 800      | 1000  | 900  | 1150  | 1100  | 650      | 700   | 850  | 950                     | 1050              |  |
| 2. | Защита курсового проекта | Примерные вопросы при защите курсового проекта:<br>1. Как определяют расчетные сопротивления материала труб и соединительных деталей?<br>2. Условия предотвращения недопустимых пластических деформаций подземных трубопроводов?<br>3. Условия проверки общей устойчивости трубопровода в продольном направлении в плоскости наименьшей жесткости системы? |                   |                         |              |                 |        |          |       |      |       |       |          |       |      |                         |                   |  |
|    | Экзамен по дисциплине    | Экзаменационный билет № X1<br>1. Прочность труб с учетом дефектов в сварном соединении.<br>2. Инженерные методы оценки сопротивления трубопроводов разрушению.                                                                                                                                                                                             |                   |                         |              |                 |        |          |       |      |       |       |          |       |      |                         |                   |  |
|    |                          | Экзаменационный билет № X2<br>1. Оценка пластической устойчивости трубопроводов. Влияние прочностных характеристик сварного соединения трубопровода на несущую способность.<br>2. Критерии нелинейной механики разрушения трубопровода с трещиной.                                                                                                         |                   |                         |              |                 |        |          |       |      |       |       |          |       |      |                         |                   |  |
|    |                          | Экзаменационный билет № X3<br>1. Особенности эксплуатационного разрушения трубопровода.<br>2. Оценка ресурса нефтепроводов. Расчет долговечности труб с коррозионными повреждениями.                                                                                                                                                                       |                   |                         |              |                 |        |          |       |      |       |       |          |       |      |                         |                   |  |

## 5. Методические указания по процедуре оценивания

| №  | Оценочные мероприятия        | Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Опрос на лекциях             | Опрос студентов проводится для оценки общего уровня компетенций, сформированных ранее в 1-5 семестрах ООП по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело» в рамках понимания первичных вопросов об объектах трубопроводного транспорта нефти, газа и продуктов переработки<br>Общее количество лекций – 8, за активное участие в которых студент получает 0,5 балла (итого 4 балла)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2. | Защита практических работ    | Защита практических работ проводится с использованием данных заданий и теоретического материала во время аудиторной и самостоятельной работы студентов.<br>Студенты выполняют задание, оформляют в соответствии с требованиями, предъявляемыми к отчетным работам в НИ ТПУ и отвечают на вопросы преподавателя. Всего 16 ПР.<br>При выполнении задания ПР и полном ответе на вопросы преподавателя за одно ИДЗ студент получает 2 балла (итого 32 балла).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 3. | Защита лабораторных работ    | Защита лабораторных работ проводится во время аудиторной и самостоятельной работы студентов.<br>Студенты выполняют задание, оформляют в соответствии с требованиями, предъявляемыми к отчетным работам в НИ ТПУ и отвечают на вопросы преподавателя. Всего 12 ЛБ.<br>При выполнении ЛБ и полном ответе на вопросы преподавателя за 1 ЛБ студент получает 2 балла (итого 24 балла)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4. | Контрольные работы           | Контрольные работы проводятся на практических занятиях в течение 15 минут. Всего 2 контрольные работы.<br>При полном ответе студентов на все вопросы и решение задачи студент получает 8 баллов (итого 16 баллов).<br>Студенты готовятся на основе лекционного, практического материалов и нормативно-технической документации.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 5. | Реферат                      | Подготовка и защита реферата по заданной тематике является инструментом, позволяющим в конце теоретического обучения в период проведения 2-ой конференц-недели получить дополнительно 10 баллов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 6. | Выполнение курсового проекта | Курсовой проект выполняется в форме реферата и получения навыков по прочности и устойчивости оборудования газонефтепроводов и хранилищ и основ расчета механической надежности и оптимизации коэффициентов запаса прочности основных несущих элементов магистральных трубопроводов. Курсовой проект является самостоятельной работой студента, выполняемой под руководством преподавателя. Основной целью работы является правильное применение полученных знаний для решения конкретных инженерных задач. В работе студенты должны анализировать и систематизировать научно-техническую информацию в сфере проектирования и эксплуатации газонефтепроводов и хранилищ с учётом передового отечественного и зарубежного опыта. Для эффективного проведения самостоятельного поиска решения предлагаемых задач имеется возможность использовать обширный учебно- методический материал, Интернет-ресурсы, научную и справочную литературу. Одним из существенных условий написания курсового проекта по выбранной теме является умение студентов оперировать статистическими данными и проводить их анализ, а также представлять аналитическую информацию в виде расчётов, таблиц, схем, графиков, рисунков.<br>Курсовой проект представляет собой выполнение на основе исходных данных следующих разделов: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теоретический раздел.</li> <li>2. Определение толщины стенки трубопровода (расчетный раздел).</li> <li>3. Проверка на прочность подземного трубопровода в продольном направлении (расчетный раздел).</li> <li>4. Проверка на предотвращение недопустимых пластических деформаций (расчетный раздел).</li> <li>5. Проверка общей устойчивости трубопровода в продольном направлении (расчетный раздел).</li> </ol> |

|                                                      | <div>6. Расчет напряженного состояния трубопровода при изоляционно-укладочных работах (расчетный раздел).</div> <div>7. Расчет надземного перехода трубопровода (расчетный раздел).</div> <div>8. Расчет на прочность и устойчивость вертикального стального резервуара (расчетный раздел).</div> <div>Студенты могут выбирать темы курсового проекта в рамках предложенной тематики (тематика прописана в рабочей программе дисциплины) с учетом индивидуальных предпочтений. Выбор варианта для расчетного раздела курсового проекта осуществляется в соответствии с начальной буквой фамилии студента (см. рабочая программа дисциплины). Исходные данные к разделам курсового проекта рассчитываются по вариантам.</div> <div>Все варианты курсового проекта имеют один и тот же перечень заданий, которые необходимо выполнить.</div> <div>В процессе выполнения курсового проекта необходимо выполнить следующие задания:</div> <div><div>1. Написать теоретический раздел по выбранной тематике.</div><div>2. Определить номинальную предусмотренного государственными стандартами и техническими условиями.</div><div>3. Определить условие прочности трубопровода в продольном направлении.</div><div>4. Провести проверку условия прочности трубопровода на предотвращение недопустимых пластических деформаций.</div><div>5. Провести проверку общей устойчивости трубопровода в продольном направлении в плоскости наименьшей жесткости системы.</div><div>6. Рассчитать для прямолинейных участков подземных трубопроводов в случае пластической связи трубы с грунтом продольное критическое усилие и в случае упругой связи с грунтом, а также общую устойчивость криволинейных участков трубопровода.</div><div>7. Определить расчетную нагрузку от собственного веса заизолированного трубопровода с перекачиваемым продуктом.</div><div>8. Определить напряженное состояние трубопровода при укладке.</div><div>9. Определить допустимое расстояние между опорами надземного балочного перехода трубопровода, произвести расчет данного участка на прочность и продольную устойчивость.</div><div>10. Определить геометрические параметры резервуара.</div><div>11. Определить толщину всех поясов стенки резервуара.</div><div>12. Рассчитать стенку резервуара на устойчивость.</div><div>13. Расчет сопряжения стенки резервуара с днищем.</div><div>14. Общие требования к курсовой работе размещены в методических указаниях к курсовому проекту (<a href="https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SARUEV/academics/Учебные%20пособия">https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SARUEV/academics/Учебные%20пособия</a>).</div></div> <div>Критерии оценивания выполнения курсового проекта:</div> <table><tr><th>Критерий</th><th>6 - 10 баллов</th><th>2 - 5 баллов</th><th>0 - 1 балл</th></tr><tr><td>1. Степень теоретической обоснованности исследования</td><td>В работе представлен достаточный для освещения темы теоретический анализ проблемы, рассмотрены современные (не старше 10 лет) источники, обзор</td><td>В работе проведен теоретический анализ с опорой только на работы, относящиеся преимущественно к одному узкому теоретическому/исследовательскому подходу без соотнесения с другими</td><td>В работе теоретический анализ как таковой не проводился, теоретический обзор производит ощущение недостаточного</td></tr></table> | Критерий                                                                                                                                                                          | 6 - 10 баллов                                                                                                   | 2 - 5 баллов | 0 - 1 балл | 1. Степень теоретической обоснованности исследования | В работе представлен достаточный для освещения темы теоретический анализ проблемы, рассмотрены современные (не старше 10 лет) источники, обзор | В работе проведен теоретический анализ с опорой только на работы, относящиеся преимущественно к одному узкому теоретическому/исследовательскому подходу без соотнесения с другими | В работе теоретический анализ как таковой не проводился, теоретический обзор производит ощущение недостаточного |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Критерий                                             | 6 - 10 баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2 - 5 баллов                                                                                                                                                                      | 0 - 1 балл                                                                                                      |              |            |                                                      |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                 |
| 1. Степень теоретической обоснованности исследования | В работе представлен достаточный для освещения темы теоретический анализ проблемы, рассмотрены современные (не старше 10 лет) источники, обзор                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | В работе проведен теоретический анализ с опорой только на работы, относящиеся преимущественно к одному узкому теоретическому/исследовательскому подходу без соотнесения с другими | В работе теоретический анализ как таковой не проводился, теоретический обзор производит ощущение недостаточного |              |            |                                                      |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                 |

|    |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                       |
|----|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | литературы снабжён<br>ссылками и выводами                                                                                                                                                                                      | теориями, с современными<br>подходами                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                       |
|    |                          | 2. Качество расчетов,<br>интерпретация данных<br>и обоснованность<br>выводов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | При вычислении расчетных<br>разделов курсовой работы<br>прописан алгоритм<br>вычисления, полученные<br>результаты описаны и<br>проинтерпретированы,<br>выводы обоснованы.<br>Расчеты выполнены верно.                          | При вычислении расчетных<br>разделов курсовой работы не<br>прописан алгоритм вычисления,<br>полученные результаты описаны не<br>полностью, выводы обоснованы.<br>Расчеты выполнены частично верно.                      | При вычислении расчетных<br>разделов курсовой работы<br>не прописан алгоритм<br>вычисления, полученные<br>результаты не<br>интерпретированы,<br>отсутствуют выводы. В<br>расчетах есть ошибки.                        |
|    |                          | 3. Последовательность<br>и логичность<br>изложения материала                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Текст работы изложен<br>понятно и логично,<br>существует связь между<br>расчетными разделами<br>курсовой работы                                                                                                                | В тексте работы встречаются<br>нарушения логических<br>последовательностей                                                                                                                                              | Расчетные разделы работы<br>представляют собой<br>несвязанные части работы                                                                                                                                            |
|    |                          | 4. Оценка оформления<br>и грамотности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Работа распечатана на<br>принтере и соответствует<br>требованиям по<br>оформлению курсовых<br>работ ТПУ, оформлены<br>ссылки на используемые<br>источники и цитаты,<br>формулировки корректны с<br>точки зрения русского языка | Работа распечатана на принтере и<br>соответствует требованиям по<br>оформлению курсовых работ ТПУ,<br>частично оформлены ссылки на<br>используемые источники,<br>отсутствуют орфографические и<br>стилистические ошибки | Работа распечатана на<br>принтере с нарушением<br>требований к оформлению<br>курсовых работ ТПУ,<br>отсутствуют ссылки на<br>используемые источники, в<br>работе много<br>орфографических и<br>стилистических ошибок. |
|    |                          | <p>Подготовленный курсовой проект подписывается студентом и представляется преподавателю на проверку в установленные календарным рейтингом планом курсового проекта сроки. Проверка курсового проекта преподавателем осуществляется в течение трех дней после сдачи.</p> <p>Преподаватель оценивает выполнение курсового проекта и соответствие календарному рейтинговому плану по 40-балльной системе. Курсовой проект считается выполненным, а студент получает допуск к защите при получении 22 баллов, на титульном листе преподаватель делает отметку «К защите», проставляет набранное количество баллов и ставит подпись. Если в результате проверки студент получает меньшую сумму баллов, то работа возвращается студенту для доработки или переделки. Замечания преподаватель в письменном виде представляет студенту. На титульном листе делается отметка «Доработать» или «Переделать».</p> |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                       |
| 7. | Защита курсового проекта | <p>Формой текущего контроля является защита курсового проекта, что позволяет выявить степень сформированности профессионального мышления студентов и освоенности программного материала в процессе самостоятельной работы над курсовым проектом.</p> <p>Защита курсового проекта состоит из двух этапов: краткое сообщение (2-3 минуты) о сущности и результатах работы, которое проходит на основе заранее подготовленного доклада и предполагает свободное владение темой исследования и ответы на вопросы. Преподаватель может задавать по три вопроса по каждому разделу курсового проекта. Также преподаватель может задавать уточняющие и дополнительные вопросы.</p>                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                       |

|    |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |         | Критерии оценивания защиты курсового проекта:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|    |         | Критерий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 11 - 20 баллов                                                                                                                                                                                             | 4 - 10 баллов                                                                                                                                                                                                                                       | 0 - 3 баллов                                                                                                                                                                                                                                            |
|    |         | 1. Соответствие содержания доклада и степень владения заявленной темой исследования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Содержание доклада соответствует заявленной теме и в полной мере её раскрывает, студент демонстрирует свободное владение темой                                                                             | Содержание доклада, не в полной мере раскрывает заявленную тему, студент испытывает затруднения при докладе                                                                                                                                         | Содержание доклада не соответствует заявленной теме, студент не способен передать основные этапы при написании работы                                                                                                                                   |
|    |         | 2. Навыки проведения расчетов и оценка полученных результатов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Студент может рассказать алгоритм вычисления, демонстрирует формулы для вычисления и расчеты, может интерпретировать полученные результаты, понимает и демонстрирует взаимосвязь рассчитанных показателей. | Студент может рассказать алгоритм вычисления, испытывает затруднения при демонстрации формул для вычисления и расчетов, может интерпретировать полученные результаты, испытывает затруднения при демонстрации взаимосвязи рассчитанных показателей. | Студент испытывает затруднения или не может рассказать алгоритм вычисления, испытывает затруднения при демонстрации формул для вычисления и расчетов, не может интерпретировать полученные результаты, не понимает взаимосвязи рассчитанных показателей |
|    |         | 3. Ответы на вопросы преподавателя                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Студент свободно отвечает на все вопросы, демонстрирует свободной владение по каждому разделу курсового проекта и понимает взаимосвязь этих разделов.                                                      | Студент испытывает затруднения при ответе на все вопросы, дает полные ответы с помощью наводящих вопросов, демонстрирует свободной владение по каждому разделу курсового проекта и понимает взаимосвязь этих разделов.                              | Студент испытывает затруднения при ответе на все вопросы, не может дать ответ наводящих вопросов, не понимает взаимосвязи полученных показателей и расчётов.                                                                                            |
|    |         | <p>Преподаватель оценивает защиту курсового проекта и соответствие календарному рейтинг плану по 60-балльной системе. Защита курсовой работы считается выполненной, а студент получает итоговую оценку по курсовому проекту при получении 33 баллов, на титульном листе преподаватель ставит баллы за защиту, а также сумму баллов (выполнение работы+защита). Если в результате защиты студент получает меньшую сумму баллов, то студент приходит на защиту повторно в часы консультаций преподавателя.</p> <p>Итоговая оценка за выполнение курсового проекта рассчитывается на основе полученной суммы баллов за выполнение курсового проекта и баллов, набранных при защите согласно календарному рейтинг плану дисциплины.</p> |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 8, | Экзамен | Экзамен проводит с период экзаменационной сессии. При полном ответе на вопросы экзаменационного билета, включающего 2 вопроса, студент получает 20 баллов, которые плюсятся для подведения итога рейтинговой оценки по дисциплине в целом.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |