МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное АВТОНОМНОЕ образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

|  |
| --- |
| Утверждено на заседании  УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ  Протокол от 30.08.2021 № 1-8/2021 |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

|  |
| --- |
| Специальные методы расчета на прочность |
| *название дисциплины* |
|  |
| для направления подготовки |
|  |
| 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика |
| *код и название направления подготовки* |
|  |
|  |
| образовательная программа |
| Монтаж, наладка и ремонт оборудования АЭС |
|  |
|  |
| Форма обучения: очная |

**г. Обнинск 2021 г.**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Коды компетенций | **Результаты освоения ООП**  **Содержание компетенций** | **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине** |
| ПК-1 | Способность к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик | Знать:   * Методы, используемые для оценки прочности элементов оборудования АЭС.   Уметь:   * Применять методики оценки прочности, циклической прочности и устойчивости и вибропрочности. |
| ПК-2 | Способность к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов | Знать:   * Методы, используемые для оценки прочности элементов оборудования АЭС.   Уметь:   * Применять методики оценки прочности, циклической прочности и устойчивости и вибропрочности. |
| ПК-3 | Способность к участию в исследовании и испытании основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания | Знать:   * Методы, используемые для оценки прочности элементов оборудования АЭС.   Уметь:   * Применять методики оценки прочности, циклической прочности и устойчивости и вибропрочности. |
| ПК-4 | Способность применять стандартные пакеты прикладных программ для математического моделирования процессов и режимов работы объектов | Знать:   * Метод конечных элементов, который используется для численного расчета на прочность.   Владеть:   * Навыками задания основных параметров для конечноэлементного моделирования. |
| В11 | Формирование культуры умственного труда | Знать:   * Методы, используемые для оценки прочности элементов оборудования АЭС.   Уметь:   * Применять методики оценки прочности, циклической прочности и устойчивости и вибропрочности. |
| В17 | Формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия | Знать:   * Методы, используемые для оценки прочности элементов оборудования АЭС.   Уметь:   * Применять методики оценки прочности, циклической прочности и устойчивости и вибропрочности. |
| В18 | Формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения | Знать:   * Методы, используемые для оценки прочности элементов оборудования АЭС.   Уметь:   * Применять методики оценки прочности, циклической прочности и устойчивости и вибропрочности. |
| В19 | Формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка | Знать:   * Методы, используемые для оценки прочности элементов оборудования АЭС.   Уметь:   * Применять методики оценки прочности, циклической прочности и устойчивости и вибропрочности. |
| В20 | Формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства | Знать:   * Методы, используемые для оценки прочности элементов оборудования АЭС.   Уметь:   * Применять методики оценки прочности, циклической прочности и устойчивости и вибропрочности. |
| В21 | Формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения | Знать:   * Методы, используемые для оценки прочности элементов оборудования АЭС.   Уметь:   * Применять методики оценки прочности, циклической прочности и устойчивости и вибропрочности. |
| В22 | Формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности | Знать:   * Методы, используемые для оценки прочности элементов оборудования АЭС.   Уметь:   * Применять методики оценки прочности, циклической прочности и устойчивости и вибропрочности. |
| В23 | Формирование культуры информационной безопасности | Знать:   * Методы, используемые для оценки прочности элементов оборудования АЭС.   Уметь:   * Применять методики оценки прочности, циклической прочности и устойчивости и вибропрочности. |
| В24 | Формирование культуры ядерной и радиационной безопасности | Знать:   * Методы, используемые для оценки прочности элементов оборудования АЭС.   Уметь:   * Применять методики оценки прочности, циклической прочности и устойчивости и вибропрочности. |
| В25 | Формирование профессиональной ответственности в области разработки, а также применения современный методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека | Знать:   * Методы, используемые для оценки прочности элементов оборудования АЭС.   Уметь:   * Применять методики оценки прочности, циклической прочности и устойчивости и вибропрочности. |
| В26 | Формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений | Знать:   * Методы, используемые для оценки прочности элементов оборудования АЭС.   Уметь:   * Применять методики оценки прочности, циклической прочности и устойчивости и вибропрочности. |

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Сопротивление материалов», «Детали машин и основы конструирования».

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5, 6 семестре.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вид работы** | **Форма обучения** (вносятся данные по реализуемым формам) | | | | | | | |
| **Очная** | | | **Заочная** | | | | |
| **Семестр** | | | **Курс** | | | | |
| **№5** | **№6** | **Всего** | **№ \_** | | **№ \_** | | **Всего** |
| **Количество часов на вид работы:** | | | | | | | |
| **Контактная работа обучающихся с преподавателем** |  | | |  | | | | |
| **Аудиторные занятия *(всего)*** | 64 | 64 | 128 |  |  | |  | |
| В том числе: |  |  |  |  |  | |  | |
| *лекции*  *(лекции в интерактивной форме)* | 32  (0) | 32  (0) | 64 |  |  | |  | |
| *практические занятия*  *(практические занятия в интерактивной форме)* | 32  (0) | 32  (0) | 64 |  |  | |  | |
| *лабораторные занятия* | - | - | - |  |  | |  | |
| **Промежуточная аттестация** |  | |  |  |  | |  | |
| В том числе: |  |  |  |  |  | |  | |
| *зачет* | - | - |  |  |  | |  | |
| *экзамен* | - | 36 | 36 |  |  | |  | |
| **Самостоятельная работа обучающихся** |  |  |  |  |  | |  | |
| **Самостоятельная работа обучающихся *(всего)*** | 44 | 44 | 124 |  |  | |  | |
| В том числе: |  |  |  |  |  | |  | |
| *проработка учебного (теоретического) материала* | 17 | 17 | 43 |  |  | |  | |
| *подготовка к практическим занятиям* | 17 | 17 | 53 |  |  | |  | |
| *подготовка к контрольной работе* | 10 | 5 | 23 |  |  | |  | |
| *подготовка к экзамену* | - | 5 | 5 |  |  | |  | |
| **Всего (часы):** | **108** | **108** | **252** |  |  | |  | |
| **Всего (зачетные единицы):** | **3** | **4** | **7** |  |  | |  | |

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела /темы дисциплины | Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам) | | | | | | | | | |
| Очная форма обучения | | | | | Заочная форма обучения | | | | |
| Лек | Пр | Лаб | Внеауд | СРО | Лек | Пр | Лаб | Внеауд | СРО |
| 1. | Специальные методы расчета на прочность |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.1. | Основные понятия | 6 |  |  |  | 3 |  |  |  |  |  |
| 1.2. | Расчет болтовых соединений на нераскрытие стыка |  | 10 |  |  | 8 |  |  |  |  |  |
| 1.3. | Критерии прочности | 4 |  |  |  | 2 |  |  |  |  |  |
| 1.4. | Расчет бетонных внецентренно сжатых элементов |  | 4 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |
| 1.5. | Категории напряжений | 4 |  |  |  | 2 |  |  |  |  |  |
| 1.6. | Расчет железобетонных элементов на прямой изгиб |  | 4 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |
| 1.7. | Расчет статической прочности | 4 |  |  |  | 2 |  |  |  |  |  |
| 1.8. | Расчет железобетонных элементов на косой изгиб |  | 6 |  |  | 8 |  |  |  |  |  |
| 1.9. | Расчет устойчивости | 2 | 2 |  |  | 4 |  |  |  |  |  |
| 1.10. | Расчет циклической прочности | 4 |  |  |  | 2 |  |  |  |  |  |
| 1.11. | Расчеты по подбору основных размеров |  | 6 |  |  | 4 |  |  |  |  |  |
| 1.12. | Расчет сейсмостойкости и вибропрочности | 4 |  |  |  | 2 |  |  |  |  |  |
| 1.13. | Расчет длительной статической прочности | 4 |  |  |  | 3 |  |  |  |  |  |
|  | **Итого за 5 семестр:** | **32** | **32** |  |  | **44** |  |  |  |  |  |
| 2. | Специальные методы расчета на прочность |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2.1. | Учет температурных режимов | 2 |  |  |  | 3 |  |  |  |  |  |
| 2.2. | Расчет устойчивости стальных колонн и стоек |  | 4 |  |  | 4 |  |  |  |  |  |
| 2.3. | Особенности расчета хрупких материалов | 4 |  |  |  | 3 |  |  |  |  |  |
| 2.4. | Особенности пористых материалов | 4 |  |  |  | 3 |  |  |  |  |  |
| 2.5. | Расчет на циклическую прочность |  | 4 |  |  | 6 |  |  |  |  |  |
| 2.6. | Особенности сыпучих материалов | 4 |  |  |  | 3 |  |  |  |  |  |
| 2.7. | Расчет на динамические нагрузки линейно-спектральным методом. Расчет вибропорочности |  | 14 |  |  | 4 |  |  |  |  |  |
| 2.8. | Импульсные и ударные воздействия | 6 |  |  |  | 3 |  |  |  |  |  |
| 2.9. | Расчет методом конечных элементов задач теории упругости для стержневых элементов |  | 10 |  |  | 5 |  |  |  |  |  |
| 2.10. | Работа материалов при высоких интенсивностях нагрузки | 4 |  |  |  | 3 |  |  |  |  |  |
| 2.11. | Методырасчета типовых узлов | 6 |  |  |  | 4 |  |  |  |  |  |
| 2.12. | Учет радиационного распухания материалов | 2 |  |  |  | 3 |  |  |  |  |  |
|  | **Итого за 6 семестр:** | **32** | **32** |  |  | **44** |  |  |  |  |  |
|  | **Всего:** | **64** | **64** |  |  | **124** |  |  |  |  |  |

*Прим.: Лек – лекции, Пр – практическиезанятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся*

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Наименование раздела /темы дисциплины | Содержание |
| 1. | Специальные методы расчета на прочность | |
| 1.1. | Основные понятия | Диаграмма напряжений для различных материалов. Коэффициент Пуассона. Модуль сдвига. Тензор напряжений. Пластические деформации. Кривая текучести. Ползучесть. Хрупкое разрушение. Усталость материала. |
| 1.2. | Критерии прочности | Рассмотрение основных критериев прочности: напряжения, деформации, накопленные повреждения, длительности режимов, количество циклов нагружения и концентраций напряжений. |
| 1.3 | Категории напряжений | Ознакомление с категориями напряжений: общие и местные мембранные, общие и местные изгибные, условно упругие, амплитуда напряжений. |
| 1.4. | Расчет статической прочности | Ознакомление с расчетом основных конструктивных элементов, сварных швов и разъемных соединений. |
| 1.5. | Расчет устойчивости | Рассмотрение устойчивости к потере формы оболочек за счет внешнего избыточного давления, центрально сжатых элементов и профилей. |
| 1.6. | Расчет циклической прочности | Ознакомление с понятием усталости и характеристиками циклов. Изучение параметров, влияющих на долговечность. |
| 1.7. | Расчет сейсмостойкости и вибропрочности | Ознакомление с двумя методиками расчета на сейсмостойкость: прямой динамический анализ, линейно-спектральный подход. Рассмотрение исходных данных, допущений и критериев прочности. |
| 1.8. | Расчет длительной статической прочности | Раскрытие сути расчета. Рассматриваются фазы ползучести, радиационная ползучесть, методики к учету ползучести и критерии прочности |
| 1.9. | Учет температурных режимов | Рассматривается физика влияния температуры на прочность. Температурные напряжения, термоциклирование. Способы снижения температурных напряжений |
| 1.10. | Особенности расчета хрупких материалов | Рассматривается особенности деформации хрупких материалов. Развитие повреждений и критерии перехода в критические состояния |
| 1.11. | Особенности пористых материалов | Рассматривается особенности деформации пористых материалов. Работа при высоких интенсивностях нагружений, разупрочнение |
| 1.12. | Особенности сыпучих материалов | Рассматривается особенности деформации сыпучих материалов. Работа при высоких интенсивностях нагружений, гидростатичность |
| 1.13. | Импульсные и ударные воздействия | Рассматриваются особенности деформаций при импульсных и ударных нагрузках, понятие демпфирование, колебания после удара, понятие коэффициент динамичности. |
| 1.14. | Работа материалов при высоких интенсивностях нагрузки | Рассматриваются особенности деформаций при высоких интенсивностях нагрузки, понятие изотропное и кинематическое упрочнение, связь температуры с деформациями, скорость распространения напряжений и деформаций |
| 1.15. | Методырасчета типовых узлов | Расчет типовых резьбовых соединений и фланцев. |
| 1.16. | Учет радиационного распухания материалов | Физика радиационного воздействия на материалы, распухание, концепция оценки радиационного распухания. |

Практические занятия

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Наименование раздела /темы дисциплины | Содержание |
| 1. | Специальные методы расчета на прочность | |
| 1.1 | Расчет болтовых соединений на нераскрытие стыка | Изучение формирования усилий при затяжке болтов. Определение коэффициентов податливости элементов соединения и коэффициента нагрузки. Расчет напряжений растяжения и напряжений кручения в теле шпильки при затяжке, а также напряжений среза резьбы в гайке. |
| 1.2. | Расчет бетонных внецентренно сжатых элементов | Ознакомление с основными величинами, характеризующие бетонные конструкции при их расчете в зависимости от марки бетона и условий работы (модуль упругости, коэффициент условной работы, сопротивление бетона). Изучение методики расчета внецентренно сжатых элементов. |
| 1.3. | Расчет железобетонных элементов на прямой изгиб | Ознакомление с методами расчета железобетонных элементов прямоугольного и таврового сечения на прямой изгиб. Знакомство с критериями подбора арматуры в сжатой и растянутой зоне. |
| 1.4. | Расчет железобетонных элементов на косой изгиб | Ознакомление с методами расчета железобетонных элементов прямоугольного и таврового сечения на косой изгиб. |
| 1.5. | Расчет устойчивости | Изучение основных характеристик, которые являются критическими при расчете на устойчивость. Проведение расчетов с использованием данных соотношений для простейших случаев. |
| 1.6. | Расчеты по подбору основных размеров | Ознакомление с расчетами по подбору размеров для цилиндрических, конических обечаек сосудов и выпуклых днищ, работающих под внутренним или наружным давлением. Учет коэффициентов снижения прочности. |
| 1.7. | Расчет устойчивости стальных колонн и стоек | Устойчивость стальных конструкций под воздействием осевой силы. Расчет на устойчивость выполняется как для элементов сплошного сечения (швеллер, двутавр и т.п.), так и для элементов составного сечения. |
| 1.8. | Расчет на циклическую прочность | Расчет для зон оборудования и трубопроводов, где вследствие концентраторов напряжений, приложения сосредоточенных нагрузок, краевого эффекта, соединения сталей с различными модулями упругости и температурными коэффициентами расширения перепада температур возникают повышенные циклические местные напряжения. |
| 1.9. | Расчет на динамические нагрузки линейно-спектральным методом | Обучение умению использовать линейно-спектральный метод для оценки сейсмостойкости конструкций. Описание матриц жесткости и масс. Решение системы уравнений для получения результатов по перемещениям и нагрузкам. |
| 1.10. | Расчет виброустойчивости | Ознакомление с критерием отстройки собственных частот расчетной системы для обоснования виброустойчивости. |
| 1.11. | Расчет методом конечных элементов задач теории упругости для стержневых элементов | Формирование умения рассчитывать стержневые системы методом конечных элементов. Обучение методу замены расчетной системы на стержневую систему. Задание граничных условий и получение результатов в расчетных узлах. |

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Раздаточный материал справочных таблиц.
2. Сопротивление материалов: учеб. и практ. для акад. Бакалавриата / В. Г. Атапин. – М.: Юрайт, 2016. – 342
3. Детали машин и основы конструирования: учеб. и практ. Для акад. бакалавриата / Е.А. Самойлов [ и др.]; ред.: Е.А. Самойлов, В.В. Джамай. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Юрайт, 2017. – 423 с.
4. Статьи в периодических изданиях: «Атомная энергия», «Известия вузов. Ядерная энергетика».
5. Павлов П.А., Паршин Л.К., Мельников Б.Е., Шерстнев В.А. Сопротивление материалов: Учебник / Под ред. Б.Е. Мельникова. – 4-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 556 с.: ил. – (Учебник для вузов. Специальная литература).
6. Сопротивление материалов: учеб. Пособие для студ. вузов / Н.М. Беляев. – 15-е изд., перераб. – М.: Альянс, 2014. – 608 с.
7. Детали машин и основы конструирования: учебник и практикум для академического бакалавриата, учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям и специальностям/ Е.А. Самойлов, Н.А. Алексеева, В.В. Джамай, Н.Л. Зезин, Ю.Б. Михайлов, Г.И. Рощин, Е.В. Серпичева, И.А. Тимофеев; под ред. Е.А. Самойлова, В.В. Джамая. – 2-е изд., перераб. И доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 423 с.: ил., табл. – (Бакалавр. Академический курс)
8. Детали машин и основы конструирования: учеб./ С.М. Горбатюк [и др.]; под ред. С.М. Горбатюка. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2014.
9. Тюняев А.В., Звездаков В.П., Вагнер В.А. Детали машин: Учебник 2-е изд., испр. И доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 736 с.: ил. – (Учебник для вузов. Специальная литература).
10. ПНАЭ Г-7-002-86 Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. – М.: Энергоатомиздат. 1989.
11. Свод правил СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция. СниП 52-01-2003. С изменением №1. Издание официальное.- М.: 2015.-168 с.
12. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учеб. Для вузов. – 10-е изд., перераб. И доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 592 с.
13. И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич. Расчет на прочность деталей машин: Справочник. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 702 с., ил.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам) | Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка | Наименование оценочного средства |
| Текущий контроль, 5 семестр | | | |
| 1.1. | Расчет болтовых соединений на нераскрытие стыка | Способность к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик. Способность к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов. Способность к участию в исследовании и испытании основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания. Формирование культуры умственного труда. Формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия. Формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения. Формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка. Формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства. Формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения. Формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности. Формирование культуры информационной безопасности. Формирование культуры ядерной и радиационной безопасности. Формирование профессиональной ответственности в области разработки, а также применения современный методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека. Формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений. (ПК-1–ПК-4, В11, В17-В26) | Контрольная работа |
| 1.2. | Расчет бетонных внецентренно сжатых элементов. Расчет железобетонных элементов на прямой изгиб. Расчет железобетонных элементов на косой изгиб. | Способность к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик. Способность к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов. Способность к участию в исследовании и испытании основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания. Формирование культуры умственного труда. Формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия. Формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения. Формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка. Формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства. Формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения. Формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности. Формирование культуры информационной безопасности. Формирование культуры ядерной и радиационной безопасности. Формирование профессиональной ответственности в области разработки, а также применения современный методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека. Формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений. (ПК-1–ПК-4, В11, В17-В26) | Контрольная работа |
| 1.3. | Расчет устойчивости. Расчеты по подбору основных размеров | Способность к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик. Способность к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов. Способность к участию в исследовании и испытании основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания. Формирование культуры умственного труда. Формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия. Формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения. Формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка. Формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства. Формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения. Формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности. Формирование культуры информационной безопасности. Формирование культуры ядерной и радиационной безопасности. Формирование профессиональной ответственности в области разработки, а также применения современный методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека. Формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений. (ПК-1–ПК-4, В11, В17-В26) | Контрольная работа |
| Промежуточный контроль, 5 семестр | | | |
|  | зачет |  | Вопросы на зачет |
| Текущий контроль, 6 семестр | | | |
| 2.1. | Расчет устойчивости стальных колонн и стоек. Расчет на циклическую прочность | Способность к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик. Способность к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов. Способность к участию в исследовании и испытании основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания. Формирование культуры умственного труда. Формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия. Формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения. Формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка. Формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства. Формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения. Формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности. Формирование культуры информационной безопасности. Формирование культуры ядерной и радиационной безопасности. Формирование профессиональной ответственности в области разработки, а также применения современный методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека. Формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений. (ПК-1–ПК-4, В11, В17-В26) | Контрольная работа |
| 2.2. | Расчет на динамические нагрузки линейно-спектраль- ным методом. Расчет виброустойчивости | Способность к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик. Способность к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов. Способность к участию в исследовании и испытании основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания. Формирование культуры умственного труда. Формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия. Формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения. Формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка. Формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства. Формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения. Формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности. Формирование культуры информационной безопасности. Формирование культуры ядерной и радиационной безопасности. Формирование профессиональной ответственности в области разработки, а также применения современный методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека. Формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений. (ПК-1–ПК-4, В11, В17-В26) | Контрольная работа |
| 2.3. | Расчет методом конечных элементов задач теории упругости для стержневых элементов | Способность к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик. Способность к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов. Способность к участию в исследовании и испытании основного оборудования атомных электростанций в процессе разработки и создания. Формирование культуры умственного труда. Формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия. Формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения. Формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка. Формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства. Формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения. Формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности. Формирование культуры информационной безопасности. Формирование культуры ядерной и радиационной безопасности. Формирование профессиональной ответственности в области разработки, а также применения современный методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека. Формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений. (ПК-1–ПК-4, В11, В17-В26) | Контрольная работа |
| Промежуточный контроль, 6 семестр | | | |
|  | экзамен |  | Вопросы на экзамен |

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

*6.2.1. Зачет*

*5 семестр*

а) типовые вопросы (задания):

**Вопросы, предлагаемые студентам в виде билетов для ответа на зачете:**

1. Закон Гука. Модуль упругости.
2. Коэффициент Пуассона.
3. Тензор напряжений.
4. Механизмы формирования деформаций. Условно упругие деформации.
5. Текучесть. Пластические деформации.
6. Ползучесть. Стадии ползучести.
7. Теории прочности.
8. Хрупкое разрушение. Механизм роста хрупкой трещины.
9. Усталость материала.
10. Что такое напряжения? Связь напряжений с деформациями.
11. Накопление повреждений. Учет накопления при нескольких режимах работы изделия или узла.
12. Циклы нагружения. Учет влияния особенностей циклов.
13. Концентрации напряжений.
14. Категории напряжений. Размах напряжений. Главные напряжения и приведенные напряжения.
15. Мембранные напряжения. Местные и общие напряжения.
16. Изгибные напряжения. Нейтральный слой. Смещение нейтрального слоя при пластических деформациях.
17. Расчет для определения основных размеров. Допущения и ограничения.
18. Расчет основных конструктивных элементов.
19. Расчет сварных швов.
20. Устойчивость. Необходимость расчета на устойчивость.
21. Устойчивость. Механизмы потери устойчивости. Методы расчета на сейсмостойкость. Исходные данные, допущения и критерии прочности.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний входят:

1. уровень освоения студентом информации из практических занятий и лекций, предусмотренного учебной программой;

2. полнота и правильность изложенного ответа, структурированность, понимание изученного;

3. обоснованность, четкость, краткость изложения решения задачи.

в) описание шкалы оценивания:

|  |  |
| --- | --- |
| Оценка | Критерии оценки |
| Отлично  36-40 | Студент должен:  - проявить полное и основательное овладение знаниями программного материала;  - подробно, последовательно, грамотно изложить материал экзаменационного билета;  - правильно изложить содержание используемых в курсе определений;  - продемонстрировать умения самостоятельной работы с учебной литературой;  - уметь сделать самостоятельные выводы по излагаемому материалу. |
| Хорошо  30-35 | Студент должен:  - продемонстрировать достаточно полное знание и освоение программного материала;  - продемонстрировать знание основных теоретических понятий;  - достаточно последовательно, грамотно и логически обоснованно излагать материал;  - показать умение ориентироваться в литературе при поиске решения проблемы;  - уметь сделать вполне обоснованные выводы по материалам, которые могут быть использованы для аналогичных вопросов. |
| Удовлетворительно  24-29 | Студент должен:  - проявить общее знание изложенного материала;  - показать общее владение определениями курса;  - уметь строить ответ в соответствии с необходимыми условиями;  - знать основную учебную литературу. |
| Неудовлетворительно  23 и меньше | Студент демонстрирует:  - незнание значительной части материала курса;  - отсутствие знаний по содержанию используемых понятий и определений;  - существенные ошибки при изложении учебного материала;  - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;  - неумение делать выводы по излагаемому материалу. |

*6.2.2. Контрольная работа*

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Контрольная работа №1 (5 сем)

Вариант 1

Подобрать болты для крепления конструкции (рис. 1). Модуль упругости болтов Eб= 210 ГПа, а элементов кронштейна Eк= 200 ГПа. Коэффициент трения стали о сталь f = 0,17. Диаметр отверстий под шпильки считать на 1 мм. Больше номинального диаметра резьбы подобранной шпильки. Система работает при переменных нагрузках. Запас по силе трения брать равным 10%. Сила А = 5 кН и направлена под углом 60° к горизонтальной плоскости. Материал болтов сталь КП 415.

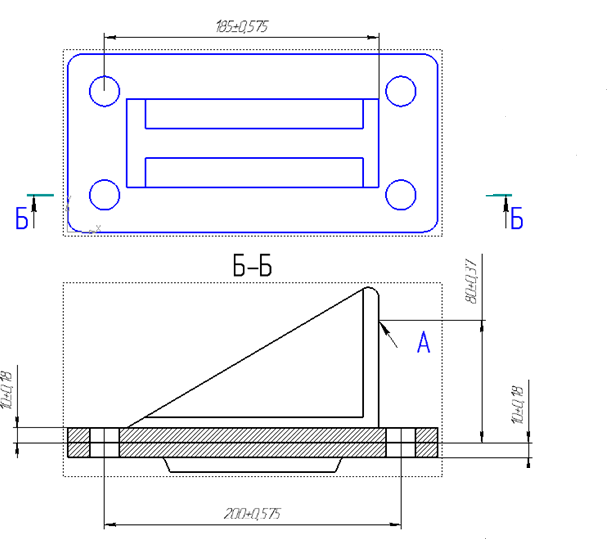


Рис. 1. Кронштейн

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний входят:

1. уровень освоения студентом информации из практических занятий и лекций, предусмотренного учебной программой;

2. полнота и правильность изложенного ответа, структурированность, понимание изученного;

3. обоснованность, четкость, краткость изложения решения задачи.

в) описание шкалы оценивания:

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Критерии оценки** |
| Отлично  с 18 до 20 баллов | Студент должен:   * владеть методологией данной дисциплины, знать определения основных понятий и их обозначения; * полностью раскрыть содержание практического задания и получить верное численное значение; * уметь применить теорию на практике при решении задач. |
| Хорошо  с 15 до 18 баллов | Студент должен:  - сделать все, что необходимо для получения оценки «отлично», однако при этом допустить незначительные неточности при изложении решения задач, которые не исказили по сути содержание ответа (например, опечататься при вычислении некоторых физических величин). |
| Удовлетворительно  с 13 до 15 баллов | Студент должен:   * владеть методологией данной дисциплины, знать определения основных понятий и их обозначения; * не всегда уметь применить теоретические данные на практике при решении задач; * выполнить одну из двух задач в контрольной работе. |
| Неудовлетворительно  с 0 до 13 баллов | Студент должен:   * иметь пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, дать не четкое определения основных понятий; * не решить задачи и не разобраться в конкретной ситуации; * не иметь достаточный объем знаний для успешного продолжения дальнейшего обучения. |

*6.2.3. Контрольная работа*

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Контрольная работа №2 (5 сем)

Вариант 1

1. Бетонная панель стены толщиной *h* = 250 мм, высотой *H* = 3,0 м изготовлена из легкого бетона B20 с плотным заполнителем со средней плотностью 1800 ( *Eb =* 17 000 МПа). Полная сжимающая нагрузка на 1 м стены *N =* 1200 кН, в том числе постоянная и длительная нагрузки *Nl =* 600 кН, нагрузки непродолжительного действия отсутствуют. Стены опираются шарнирно. Бетон работает в условиях попеременного размораживания и оттаивания в водонасыщенном состоянии ниже минус 20 °С до минус 40 °С включительно. Проверить прочность панели.
2. Сечение размерами *b* = 250 мм, *h* = 730 мм, *a* = 50 мм, *a’* = 50 мм. Бетон тяжелый класса B15 ( *Rb =* 7,7 МПа при γ*b2*=0,9); арматура класса АI (*Rs = Rsc =* 225 МПа) 6 единиц растянутой диаметром 20 мм и 3 единицы сжатой диаметром 10 мм. Изгибающий момент *М* = 500 кН∙м. Проверить прочность сечения.
3. Железобетонная балка (рис. 2) с уклоном (*ctgB* = 2,0); нагрузки непродолжительного действия отсутствуют; бетон тяжелый класса В20, γ*b2*=0,9, арматура класса АII (*Rs =* 280 МПа); 4 единицы растянутой диаметром 22 мм; изгибающий момент в вертикальной плоскости *М* = 160 кН∙м. Проверить прочность сечения.

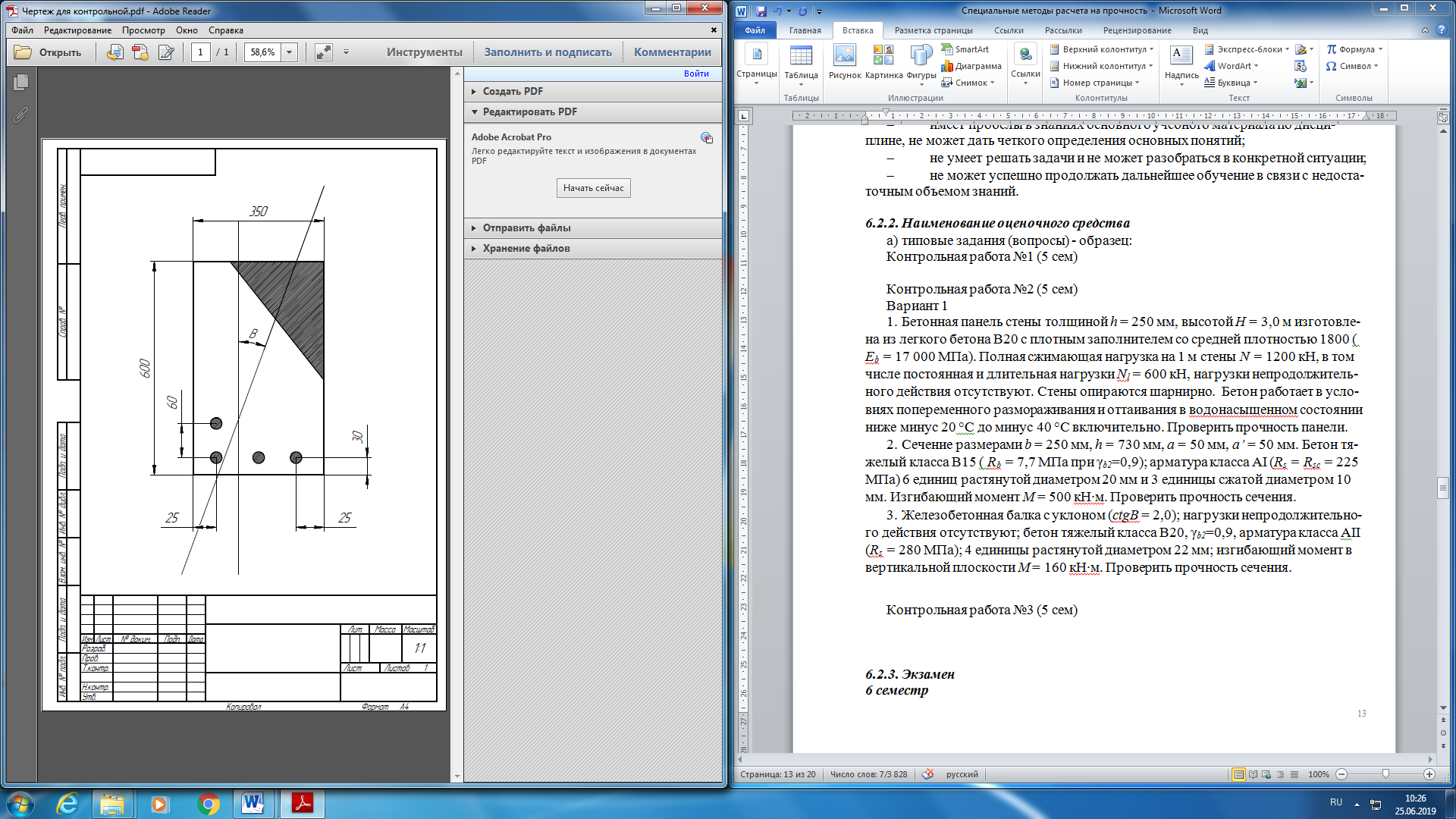


Рис. 2. Железобетонная балка

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний входят:

1. уровень освоения студентом информации из практических занятий и лекций, предусмотренного учебной программой;

2. полнота и правильность изложенного ответа, структурированность, понимание изученного;

3. обоснованность, четкость, краткость изложения решения задачи.

в) описание шкалы оценивания:

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Критерии оценки** |
| Отлично  с 18 до 20 баллов | Студент должен:   * владеть методологией данной дисциплины, знать определения основных понятий и их обозначения; * полностью раскрыть содержание практического задания и получить верное численное значение; * уметь применить теорию на практике при решении задач. |
| Хорошо  с 15 до 18 баллов | Студент должен:  - сделать все, что необходимо для получения оценки «отлично», однако при этом допустить незначительные неточности при изложении решения задач, которые не исказили по сути содержание ответа (например, опечататься при вычислении некоторых физических величин). |
| Удовлетворительно  с 13 до 15 баллов | Студент должен:   * владеть методологией данной дисциплины, знать определения основных понятий и их обозначения; * не всегда уметь применить теоретические данные на практике при решении задач; * выполнить одну из двух задач в контрольной работе. |
| Неудовлетворительно  с 0 до 13 баллов | Студент должен:   * иметь пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, дать не четкое определения основных понятий; * не решить задачи и не разобраться в конкретной ситуации; * не иметь достаточный объем знаний для успешного продолжения дальнейшего обучения. |

*6.2.4. Контрольная работа*

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Контрольная работа №3 (5 сем)

Вариант 1

* 1. Рассчитать толщину цилиндрической стенки, работающую под действием внутреннего давления P = 1 МПа. Диаметр обечайки равен 500 мм. Обечайка ослаблена окружным рядом отверстий d = 20 мм с одинаковым шагом *l* = 50 мм. Материал обечайки сталь 12XМ. Расчетная температура 50 °С.
  2. Найти критическую длину и давление для цилиндрической оболочки, закрытой фланцевыми соединениями. Внутренний диаметр оболочки Dв = 350 мм. Номинальная толщина стенки s = 3 мм. Суммарная прибавка к толщине стенки c = 0.5 мм. Расчетная температура 100 °С. Материал обечайки сталь 12X18H10T.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний входят:

1. уровень освоения студентом информации из практических занятий и лекций, предусмотренного учебной программой;

2. полнота и правильность изложенного ответа, структурированность, понимание изученного;

3. обоснованность, четкость, краткость изложения решения задачи.

в) описание шкалы оценивания:

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Критерии оценки** |
| Отлично  с 14 до 15 баллов | Студент должен:   * владеть методологией данной дисциплины, знать определения основных понятий и их обозначения; * полностью раскрыть содержание практического задания и получить верное численное значение; * уметь применить теорию на практике при решении задач. |
| Хорошо  с 12 до 13 баллов | Студент должен:  - сделать все, что необходимо для получения оценки «отлично», однако при этом допустить незначительные неточности при изложении решения задач, которые не исказили по сути содержание ответа (например, опечататься при вычислении некоторых физических величин). |
| Удовлетворительно  с 9 до 11 баллов | Студент должен:   * владеть методологией данной дисциплины, знать определения основных понятий и их обозначения; * не всегда уметь применить теоретические данные на практике при решении задач; * выполнить одну из двух задач в контрольной работе. |
| Неудовлетворительно  с 0 до 9 баллов | Студент должен:   * иметь пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, дать не четкое определения основных понятий; * не решить задачи и не разобраться в конкретной ситуации; * не иметь достаточный объем знаний для успешного продолжения дальнейшего обучения. |

*6.2.5. Контрольная работа*

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Контрольная работа №1 (6 сем)

Вариант 1

1. Рассчитать на устойчивость стойку прямоугольного сечения (профиль 60803). Коэффициент условий работы γ*c*=1,1. Длина стойки 2,0 м. Стойка закреплена жестко по двум концам. *N*=12 т – сжимающая сила. *R*=2,35 т/см2 – расчетное сопротивление стали 3. *E*=2100 т/см2 – модуль упругости стали 3.

2. Определить допускаемое число двух наибольших циклов (100 МПа и 160 МПа) при нагрузке метрической резьбы для оборудования группы Б. Материал – сталь 30Х13 (КП 590). Температура 150 °С, .

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний входят:

1. уровень освоения студентом информации из практических занятий и лекций, предусмотренного учебной программой;

2. полнота и правильность изложенного ответа, структурированность, понимание изученного;

3. обоснованность, четкость, краткость изложения решения задачи.

в) описание шкалы оценивания:

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Критерии оценки** |
| Отлично  с 18 до 20 баллов | Студент должен:   * владеть методологией данной дисциплины, знать определения основных понятий и их обозначения; * полностью раскрыть содержание практического задания и получить верное численное значение; * уметь применить теорию на практике при решении задач. |
| Хорошо  с 15 до 18 баллов | Студент должен:  - сделать все, что необходимо для получения оценки «отлично», однако при этом допустить незначительные неточности при изложении решения задач, которые не исказили по сути содержание ответа (например, опечататься при вычислении некоторых физических величин). |
| Удовлетворительно  с 13 до 15 баллов | Студент должен:   * владеть методологией данной дисциплины, знать определения основных понятий и их обозначения; * не всегда уметь применить теоретические данные на практике при решении задач; * выполнить одну из двух задач в контрольной работе. |
| Неудовлетворительно  с 0 до 13 баллов | Студент должен:   * иметь пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, дать не четкое определения основных понятий; * не решить задачи и не разобраться в конкретной ситуации; * не иметь достаточный объем знаний для успешного продолжения дальнейшего обучения. |

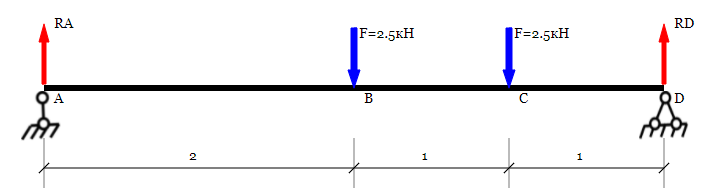
*6.2.6. Контрольная работа*

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Контрольная работа №2 (6 сем)

Вариант 1

Определитель частоты свободных колебаний балки с двумя равными сосредоточенными массами (рис. 1), если  ; . Проверить условия отстройки собственных частот от внешней возмущающей силы с частотами 70 и 200 . Размеры на рисунке указаны в метрах.



б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний входят:

1. уровень освоения студентом информации из практических занятий и лекций, предусмотренного учебной программой;

2. полнота и правильность изложенного ответа, структурированность, понимание изученного;

3. обоснованность, четкость, краткость изложения решения задачи.

в) описание шкалы оценивания:

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Критерии оценки** |
| Отлично  с 18 до 20 баллов | Студент должен:   * владеть методологией данной дисциплины, знать определения основных понятий и их обозначения; * полностью раскрыть содержание практического задания и получить верное численное значение; * уметь применить теорию на практике при решении задач. |
| Хорошо  с 15 до 18 баллов | Студент должен:  - сделать все, что необходимо для получения оценки «отлично», однако при этом допустить незначительные неточности при изложении решения задач, которые не исказили по сути содержание ответа (например, опечататься при вычислении некоторых физических величин). |
| Удовлетворительно  с 13 до 15 баллов | Студент должен:   * владеть методологией данной дисциплины, знать определения основных понятий и их обозначения; * не всегда уметь применить теоретические данные на практике при решении задач; * выполнить одну из двух задач в контрольной работе. |
| Неудовлетворительно  с 0 до 13 баллов | Студент должен:   * иметь пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, дать не четкое определения основных понятий; * не решить задачи и не разобраться в конкретной ситуации; * не иметь достаточный объем знаний для успешного продолжения дальнейшего обучения. |

*6.2.7. Контрольная работа*

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Контрольная работа №3 (6 сем)

Вариант 1

1. Вывести н решить систему линейных уравнений для прогиба балки, два конца которой шарнирно закреплены. Для аппроксимации рассматриваемой части конструкции следует использовать четыре элемента длиной 10 см каждый. Коэффициент Модуль упругости стержня E=6,7∙106 Н/см2. На стержень действует постоянный изгибающий момент 3 кН∙м. Стержень представляет собой цилиндр диаметром 20 мм.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний входят:

1. уровень освоения студентом информации из практических занятий и лекций, предусмотренного учебной программой;

2. полнота и правильность изложенного ответа, структурированность, понимание изученного;

3. обоснованность, четкость, краткость изложения решения задачи.

в) описание шкалы оценивания:

|  |  |
| --- | --- |
| **Оценка** | **Критерии оценки** |
| Отлично  с 14 до 15 баллов | Студент должен:   * владеть методологией данной дисциплины, знать определения основных понятий и их обозначения; * полностью раскрыть содержание практического задания и получить верное численное значение; * уметь применить теорию на практике при решении задач. |
| Хорошо  с 12 до 13 баллов | Студент должен:  - сделать все, что необходимо для получения оценки «отлично», однако при этом допустить незначительные неточности при изложении решения задач, которые не исказили по сути содержание ответа (например, опечататься при вычислении некоторых физических величин). |
| Удовлетворительно  с 9 до 11 баллов | Студент должен:   * владеть методологией данной дисциплины, знать определения основных понятий и их обозначения; * не всегда уметь применить теоретические данные на практике при решении задач; * выполнить одну из двух задач в контрольной работе. |
| Неудовлетворительно  с 0 до 9 баллов | Студент должен:   * иметь пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, дать не четкое определения основных понятий; * не решить задачи и не разобраться в конкретной ситуации; * не иметь достаточный объем знаний для успешного продолжения дальнейшего обучения. |

*6.2.8. Экзамен*

*6 семестр*

а) типовые вопросы (задания):

**Вопросы, предлагаемые студентам в виде билетов для ответа на зачете:**

1. Закон Гука. Модуль упругости.
2. Коэффициент Пуассона.
3. Тензор напряжений.
4. Механизмы формирования деформаций. Условно упругие деформации.
5. Текучесть. Пластические деформации.
6. Ползучесть. Стадии ползучести.
7. Теории прочности.
8. Хрупкое разрушение. Механизм роста хрупкой трещины.
9. Усталость материала.
10. Что такое напряжения? Связь напряжений с деформациями.
11. Накопление повреждений. Учет накопления при нескольких режимах работы изделия или узла.
12. Циклы нагружения. Учет влияния особенностей циклов.
13. Концентрации напряжений.
14. Категории напряжений. Размах напряжений. Главные напряжения и приведенные напряжения.
15. Мембранные напряжения. Местные и общие напряжения.
16. Изгибные напряжения. Нейтральный слой. Смещение нейтрального слоя при пластических деформациях.
17. Расчет для определения основных размеров. Допущения и ограничения.
18. Расчет основных конструктивных элементов.
19. Расчет сварных швов.
20. Особенности расчета разъемных соединений (болты/шпильки). Учитываемые нагрузки.
21. Устойчивость. Необходимость расчета на устойчивость.
22. Устойчивость. Механизмы потери устойчивости.
23. Физика радиационного воздействия на материалы. Распухание.
24. Особенности деформаций при импульсных и ударных нагрузках. Понятие коэффициента динамичности.
25. Изотропное и кинематическое упрочнение. Скорость распространения напряжений и деформаций.
26. Особенности деформаций сыпучих материалов.
27. Особенности деформаций пористых материалов.
28. Деформации хрупких материалов. Развитие повреждений.
29. Температурные напряжения, термоциклирование. Способы снижения температурных напряжений.
30. Методы расчета на сейсмостойкость. Исходные данные, допущения и критерии прочности.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний входят:

1. уровень освоения студентом информации из практических занятий и лекций, предусмотренного учебной программой;

2. полнота и правильность изложенного ответа, структурированность, понимание изученного;

3. обоснованность, четкость, краткость изложения решения задачи.

4. ответы на дополнительные вопросы.

в) описание шкалы оценивания:

|  |  |
| --- | --- |
| Оценка | Критерии оценки |
| Отлично  36-40 | Студент должен:  - проявить полное и основательное овладение знаниями программного материала;  - подробно, последовательно, грамотно изложить материал экзаменационного билета;  - правильно изложить содержание используемых в курсе определений;  - продемонстрировать умения самостоятельной работы с учебной литературой;  - уметь сделать самостоятельные выводы по излагаемому материалу. |
| Хорошо  30-35 | Студент должен:  - продемонстрировать достаточно полное знание и освоение программного материала;  - продемонстрировать знание основных теоретических понятий;  - достаточно последовательно, грамотно и логически обоснованно излагать материал;  - показать умение ориентироваться в литературе при поиске решения проблемы;  - уметь сделать вполне обоснованные выводы по материалам, которые могут быть использованы для аналогичных вопросов. |
| Удовлетворительно  24-29 | Студент должен:  - проявить общее знание изложенного материала;  - показать общее владение определениями курса;  - уметь строить ответ в соответствии с необходимыми условиями;  - знать основную учебную литературу. |
| Неудовлетворительно  23 и меньше | Студент демонстрирует:  - незнание значительной части материала курса;  - отсутствие знаний по содержанию используемых понятий и определений;  - существенные ошибки при изложении учебного материала;  - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;  - неумение делать выводы по излагаемому материалу. |

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинговая оценка знаний есть интегральный показатель объема теоретической и практической подготовки обучающегося по дисциплине, который формируется по результатам промежуточной аттестации и в ходе текущего контроля.

Текущий контроль в семестре проводится с целью получить информацию о текущих знаниях студентов, повлиять на темпы их подготовки к заключительным испытаниям и скорректировать направление или методику изложения материала.

Промежуточная аттестация предназначена для окончательного анализа уровня освоения дисциплины, объективной оценки готовности студента решать задачи и проблемы данной тематики.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр:

в 5 семестре проводится контрольная точка № 1 ***(контрольная работа № 1)***, контрольная точка № 2 ***(контрольная работа № 2),*** контрольная точка № 3 ***(контрольная работа № 3).***

в 6 семестре проводится контрольная точка № 1 ***(контрольная работа № 1)***, контрольная точка № 2 ***(контрольная работа № 2),*** контрольная точка № 3 ***(контрольная работа № 3).***

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале бально-рейтинговой системы.

5 семестр

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вид контроля** | **Этап рейтинговой системы Оценочное средство** | **Балл** | |
| Минимум | Максимум |
| **Текущий** | Контрольная работа №1 | 13 | 22 |
|  | Контрольная работа №2 | 13 | 22 |
|  | Контрольная работа №3 | 9 | 16 |
| **Промежуточный** | **Зачет** |  |  |
|  | Вопрос 1 | 13 | 20 |
|  | Вопрос 2 | 12 | 20 |
| **ИТОГО по дисциплине** | | 60 | 100 |

6 семестр

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вид контроля** | **Этап рейтинговой системы Оценочное средство** | **Балл** | |
| Минимум | Максимум |
| **Текущий** | Контрольная работа №1 | 13 | 22 |
|  | Контрольная работа №2 | 13 | 22 |
|  | Контрольная работа №3 | 9 | 16 |
| **Промежуточный** | **Экзамен** |  |  |
|  | Вопрос 1 | 13 | 20 |
|  | Вопрос 2 | 12 | 20 |
| **ИТОГО по дисциплине** | | 60 | 100 |

В рамках дисциплины выполняется курсовое проектирование, критерии и методика оценки которого даны в пункте 6.2.7

**Определение бонусов и штрафов**

Бонусы: стимулирующие баллы студент получает к своему рейтингу в конце

семестра за активное участие в семинарах и выполнение домашних заданий в размере 5 баллов (но суммарно за семестр не больше чем 60)

Штрафы: за сдачу контрольных работ в позднее время и невыполнение домашних заданий максимальная оценка по каждой точке может быть снижена на 20%.

Оценивание знаний, умений и навыков по дисциплине содержит анализ результатов освоения всех видов заявленных оценочных средств.

По окончании освоения дисциплины в 1 семестре проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить уровень приобретенных в ходе курса компетенций. Итоговая оценка выставляется с помощью бально-рейтинговой системы оценки результатов обучения.

Экзамен предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений практического использования знаний (например, применять их в решении практических задач), приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Если студент пропустил большое количество занятий, на которых проводилась оценка сформированности компетенций, то данная проверка осуществляется после индивидуального собеседования с преподавателем по теме пропущенных занятий. Далее осуществляется анализ уровня знаний, полученных студентом самостоятельно по материалам пропущенных занятий, на экзамене.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

1. Сопротивление материалов: учеб. и практ. для акад. Бакалавриата / В. Г. Атапин. – М.: Юрайт, 2016. – 342 с.

2. Детали машин и основы конструирования: учеб. и практ. Для акад. бакалавриата / Е.А. Самойлов [ и др.]; ред.: Е.А. Самойлов, В.В. Джамай. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Юрайт, 2017. – 423 с.

3. Свод правил СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция. СниП 52-01-2003. С изменением №1. Издание официальное. - М.: 2015. - 168 с.

4. Сопротивление материалов: учеб. Пособие для студ. вузов / Н.М. Беляев. – 15-е изд., перераб. – М.: Альянс, 2014. – 608 с.

5. ПНАЭ Г-7-002-86 Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. – М.: Энергоатомиздат. 1989.

6. А.Н. Бирбраер, С.Г. Шульман. Прочность и надежность конструкций АЭС при особых динамических воздействиях. – М.: Энергоатомиздат. 1989.

7. И.А. Бригер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иосилевич Расчет на прочность деталей машин: Справочник/ 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1979, — 702 с.

8. Зенкевич О., Чанг И. Метод конечных элементов в теории сооружений и в механике сплошных сред. Нью-Йорк, 1967. Пер. с англ. А. П. Троицкого и С. В. Соловьёва под ред. докт. техн наук Ю- К. Зарецкого. М., «Недра» 1974. 240 с.

9. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов - М.: Мир, 1979. - 392 с.

б) дополнительная учебная литература:

1. Детали машин и основы конструирования: учеб./ С.М. Горбатюк [и др.]; под ред. С.М. Горбатюка. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2014.

2. Тюняев А.В., Звездаков В.П., Вагнер В.А. Детали машин: Учебник 2-е изд., испр. И доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 736 с.: ил. – (Учебник для вузов. Специальная литература).

3. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учеб. Для вузов. – 10-е изд., перераб. И доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 592 с.

4. Павлов П.А., Паршин Л.К., Мельников Б.Е., Шерстнев В.А. Сопротивление материалов: Учебник / Под ред. Б.Е. Мельникова. – 4-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 556 с.: ил. – (Учебник для вузов. Специальная литература).

5. Детали машин и основы конструирования: учебник и практикум для академического бакалавриата, учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по инженерно-техническим направлениям и специальностям/ Е.А. Самойлов, Н.А. Алексеева, В.В. Джамай, Н.Л. Зезин, Ю.Б. Михайлов, Г.И. Рощин, Е.В. Серпичева, И.А. Тимофеев; под ред. Е.А. Самойлова, В.В. Джамая. – 2-е изд., перераб. И доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 423 с.: ил., табл. – (Бакалавр. Академический курс)

8. Перечень ресурсов\* информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

[**http://ibooks.ru/**](http://ibooks.ru/)

[**http://e.lanbook.com/**](http://e.lanbook.com/)

[**http://www.biblio-online.ru/**](http://www.biblio-online.ru/)

[**http://kuperbook.biblioclub.ru**](http://kuperbook.biblioclub.ru/)

[**http://www.studentlibrary.ru**](http://www.studentlibrary.ru/)

[**http://library.mephi.ru**](http://library.mephi.ru/)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

|  |  |
| --- | --- |
| Вид учебных занятий | Организация деятельности студента |
| Лекция | На лекционном занятии необходимо уделять внимание на основные понятия и определения. Конспектировать необходимо кратко, уделяя особое внимание на акцентируемые положения, выводы, уравнения. При возникновении вопросов необходимо их задать для предотвращения дальнейшего ошибочного восприятия материала. Для наиболее полного усвоения материала необходимо повторить его после проведенной лекции. |
| Практические занятия | Для успешной работы на практических занятиях нужно повторить материалы лекций и рекомендуемую литературу. Детально выяснить последовательность в решении задачи. Получить ответы на интересующие вопросы для наиболее глубокого изучения проблемы. После завершения занятия рекомендуется самостоятельно решить несколько аналогичных задач для закрепления навыков, полученных на практическом занятии. |
| Контрольная работа | Контрольная работа требует концентрации обучающегося. Для успешного выполнения задач необходимо проработать как лекционный материал, так и материал практических занятий. При решении задач необходимо уделять внимание на краткость изложения, аккуратность в оформлении. При возникновении сложности с заданием необходимо отложить ее решение, перейдя к задаче, методика решения которой не вызывает трудностей. Желательно в конце работы перепроверить решения для исключения возможных опечаток и неточностей. |
| Подготовка к зачету/экзамену | Экзамен является этапом, на котором интегрально оценивается уровень и объем знаний обучающегося. Во избежание ошибок при ответе на вопросы на экзамене предлагается на консультации задать все интересующие вопросы по материалам лекций и практических занятий. При изложении ответа на вопрос билета, необходимо раскрывать материал четко, последовательно, базисно. Акцентировать внимание нужно на базовых понятиях, выводах, выражениях, не упуская из вида допущения и условия применимости. |

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

***10.1. Перечень информационных технологий***

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.

***10.2. Перечень программного обеспечения***

– Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»).

– Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

- Программа для разработки численных моделей и выполнения расчетов методом конечных элементов / объемов (Ansys, Зенит-95)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для лекционных и практических занятий оборудована 20 посадочным местом. Аудитория оборудована мультимедийным оборудованием. Доска.

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Применяемые на лекционных занятиях

1. Технология концентрированного обучения (лекция-беседа, привлечение внимания студентов к наиболее важным вопросам темы, содержание и темп изложения учебного материала определяется с учетом особенностей студентов)
2. Технология активного обучения (визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций)

Применяемые на практических занятиях

1. Технология активного обучения (визуальный семинар с разбором конкретных задач).

12.2. **Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки**

Темы для самостоятельного изучения.

1. Радиационное охрупчивание.
2. Эластичные материалы, особенности деформации и критерии прочности.
3. Модели механики разрушений.

Вопросы для самоконтроля

1. Какой параметр определяет радиационное охрупчивание?
2. Причина возникновения радиационного охрупчивания.
3. В чем заключаются характерные особенности эластичных материалов.
4. Какие материалы относят к эластичным?
5. Дислокационные механизмы и критерии образования микротрещин
6. Модель инициирования и развития коротких трещин.
   1. Краткий терминологический словарь

**Программу составили:**

П.А. Данилов, преподаватель отделения ЯФиТ,

А.В. Соболев, ст. преподаватель отделения ЯФиТ.

**Рецензент (ы):**

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

|  |  |
| --- | --- |
| Программа рассмотрена на заседании отделения ядерной физики и технологий  (протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г.) | Руководитель образовательной программы 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика  «\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_ г. \_\_\_\_\_ А.В. Нахабов  Начальник отделения ядерной физики и технологий  «\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_ г. \_\_\_\_\_ Д.С. Самохин |