|  |
| --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ |
| «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» |
| **Озерский технологический институт –** |
| филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» |
| **(ОТИ НИЯУ МИФИ)** |

«УТВЕРЖДАЮ»

Актуализировано

Зав. кафедрой ТМ и МАХП

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.А. Комаров

«\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_ г.

Директор ОТИ НИЯУ МИФИ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.А. Иванов

«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

*Сопротивление материалов*

наименование дисциплины

|  |  |
| --- | --- |
| Направление подготовки (специальность) | *15.03.02 «Технологические машины и оборудование»* |
| Профиль подготовки | *Химическое машино-и аппаратостроение* |
| Наименование образовательной программы | *основная* |
| Квалификация (степень) выпускника | *бакалавр* |
| Форма обучения | *очно-заочная, заочная* |

г. Озерск, 2021 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс «Сопротивление материалов» имеет своей целью подготовить будущего бакалавра к решению задач сопротивления материалов.

Задачи дисциплины состоят в том, чтобы дать студенту фундаментальные знания о напряженно-деформированном состоянии стержней и стержневых систем под действием различных нагрузок, необходимые представления о работе конструкций, расчетных схемах, задачах расчета на прочность, жесткость и устойчивость. Ознакомить с устройством и способом действия типовых механизмов, совокупностью взаимодействий вызывающих движение звеньев механизма.

В результате изучения курса «Сопротивление материалов» студент должен знать основные понятия и законы механики, методы анализа, конструирования и расчёта деталей механизмов на прочность, жёсткость и устойчивость. Понимать методы механики, и уметь применять полученные знания для решения соответствующих производственных задач. Иметь навыки составления расчётных схем и работы со справочной литературой.

Изучение курса «Сопротивление материалов» дает также тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в ходе дальнейшего научно-технического прогресса. И, наконец, изучение данного курса способствует расширению научного кругозора и повышению технической культуры будущего специалиста и развитию его мышления.

Основные задачи курса «Сопротивление материалов»:

* изучить методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость конструкций, работающих при различных видах нагружений, включая динамические и знакопеременные;
* ознакомиться с основными механическими характеристики материалов и их экспериментальным определением;
* научиться выбрать рациональное сечение деталей и правильное его расположение в зависимости от схем нагружений;
* научиться работать со справочной литературой.

1. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Курс «Сопротивление материалов» относится к общепрофессиональному модулю базовых дисциплин блока Б1. Он основан на дисциплинах: «Математика», «Физика», «Информатика», и, прежде всего, «Теоретическая механика», предусмотренных учебным планом для бакалавров направления 15.03.02.

Объем сведений, излагаемых в курсе, служит базой для дисциплин: «Основы проектирования», «Конструирование и расчёт элементов оборудования отрасли», «Подъёмно-транспортные устройства», «Машины и аппараты химического производства» и других предусмотренных учебным планом.

Для изучения курса «Сопротивление материалов» студент должен:

- знать аналитическую геометрию и линейную алгебру, дифференциальное и интегральное исчисления, элементы функционального анализа, основные физические величины и константы, теоретическую механику, инженерную графику;

- уметь применять физико-математические методы для решения задач в области механики, читать чертежи;

- владеть методами решения алгебраических и дифференциальных интегральных уравнений.

1. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Универсальные и (или) общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

|  |  |
| --- | --- |
| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
| УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | З-УК-1 Знать методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа  У-УК-1 Уметь применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников  В-УК-1 Владеть методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач |
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общие инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности | З-ОПК-1 Знать основные понятия и методы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории функций комплексного переменного, операционного исчисления, теории вероятностей и математической статистики; средства вычислительной техники и численные методы решения задач математического моделирования; математические модели простейших систем и процессов в естествознании и технике, учитывая границы применимости математической модели  У-ОПК-1 Уметь использовать средства вычислительной техники и численные методы решения задач математического моделирования; математические модели простейших систем и процессов в естествознании и технике, учитывая границы применимости математической модели; использовать основные физические и химические законы и методы физического и химического исследования; закономерности поведения механических систем под действием сил различной природы; использовать государственную систему стандартизации, способы определения погрешностей при измерениях, построение системы допусков и посадок; способы изображения пространственных форм на плоскости и оформление технических чертежей по правилам ЕСКД  В-ОПК-1 Владеть опытом операции с абстрактными объектами, употребления математической символики для выражения количественных и качественных отношений объектов, использования основных приемов обработки экспериментальных данных, программирования и использования возможностей вычислительной техники и программного обеспечения; способами статистического, кинематического и динамического анализа механических систем; методами анализа результатов физических и химических экспериментов; методами расчетного определения гидродинамических и тепловых параметров и характеристик работы технических объектов; методами нормирования и оценки параметров качества деталей и сборочных единиц |
| ОПК-11 Способен применять методы контроля качества технологических машин и оборудования, проводить анализ причин нарушений их работоспособности и разрабатывать мероприятия по их предупреждению | З-ОПК-11 Знать о метрологической экспертизе;о сертификации оборудования и целевого продукта  У-ОПК-11 Уметь использоватьгосударственную систему стандартизации, способы определения погрешностей при измерениях, построение системы допусков и посадок  В-ОПК-11 Владеть методами нормирования и оценки параметров качества деталей и сборочных единиц |

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Задача ПД | Объект или область знания | Код и наименование ПК | Код и наименование индикатора достижения ПК |
| Тип задачи профессиональной деятельности: проектно-конструкторский | | | |
| Участие в разработке проектов деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования, в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных решений | Производственные процессы химического машино- и аппаратостроения, технологическая оснастка, средства проектирования, механизации, автоматизации и управления; методы и средства испытаний и контроля качества технологических машин и оборудования | ПК-5 Способен принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования | З-ПК-5 Знать о принципах создания гибких автоматизированных модулей и автоматизированных технологических линий по производству типовой продукции данной отрасли техники; о методах и технических средствах механизации и автоматизации типовых производственных процессов  У-ПК-5 Уметь использовать методы проектирования, в том числе с использованием САПР, прогрессивных, экономичных, ресурсосберегающих, экологически чистых средств технологического оснащения химических технологий; средства вычислительной техники для расчета конструирования и разработки чертежей технологического оборудования, для общения с базами технических и экономических данных, для работы с целевыми программными продуктами; методы и средства автоматизации управления и контроля технологических процессов; работать на ПК с использованием целевых программ для отрасли специализации  В-ПК-5 Владеть методами проектирования технологических процессов изготовления, сборки, сварки и ремонта машин и аппаратов химической промышленности |
|
|
| Тип задачи профессиональной деятельности: производственно-технологический | | | |
| Участие в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции | Технологическая оснастка и средства механизации и автоматизации технологических процессов, вакуумные и компрессорные машины, гидравлические машины, гидравлические и пневматические приводы и автоматика | ПК-16 Способен применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий | З-ПК-16 Знать способы определения основных механических характеристик материалов и факторов, влияющих на прочность, жесткость и долговечность конструкций  У-ПК-16 Уметь нормировать и оценивать параметры качества деталей и сборочных единиц  В-ПК-16 Владеть опытом экспериментального исследования в лабораторных условиях физико-химических явлений, режимов и условий работы технологического оборудования; постановки и планирования эксперимента, выбором соответствующих приборов |
| Тип задачи профессиональной деятельности: организационно-управленческий | | | |
| Участие в проведении анализа и оценки производственных и непроизводственных затрат на обеспечение требуемого качества продукции, результатов деятельности производственных подразделений, в выполнении работ по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов | Производственные и технологические процессы химического машино- и аппаратостроения, средства их технологического, инструментального, метрологического, диагностического, информационного и управленческого обеспечения | ПК-24 Способен использовать методы стандартных и специальных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, прогрессивные методы эксплуатации изделий | З-ПК-24 Знать о метрологической экспертизе; о сертификации оборудования и целевого продукта  У-ПК-24 Уметь использовать государственную систему стандартизации, способы определения погрешностей при измерениях, построение системы допусков и посадок; стандарты, патентную и техническую литературу в избранной области техники; способы определения основных механических характеристик материалов и факторов, влияющих на прочность, жесткость и долговечность конструкций; методы нормирования и оценки параметров качества деталей и сборочных единиц  В-ПК-24 Владеть опытом экспериментального исследования в лабораторных условиях физико-химических явлений, режимов и условий работы технологического оборудования |

Специальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Задача ПД | Объект или область знания | Код и наименование ПК | Код и наименование индикатора достижения ПК |
| Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский | | | |
| Участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения | Технологические машины и оборудование различных комплексов, производственные технологические процессы, современные методы и средства проектирования, расчета, математического, физического и компьютерного моделирования | ПК-1.1 Способен использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования | З-ПК-1.1 Знать профессиональную лексику; закономерности поведения механических систем под действием сил различной природы; о месте и роли своей профессиональной деятельности; о новейших открытиях естествознания, перспективах их использования для построения технических устройств  У-ПК-1.1 Уметь читать литературу по специальности без словаря с целью поиска информации, переводить тексты со словарем, составлять аннотации, рефераты и деловые письма на иностранном языке; грамотно использовать в своей деятельности профессиональную лексику; использовать научно-техническую информацию в профессиональной деятельности; применять на практике новейшие открытия соответствующие профилю подготовки  В-ПК-1.1 Владеть лексическим и грамматическим минимумом; способами статистического, кинематического и динамического анализа механических систем; знаниями об основных объектах, явлениях, процессах и методах научного анализа, связанных с конкретной технической областью специальной подготовки |
| Тип задачи профессиональной деятельности: организационно-управленческий | | | |
| Участие в разработке проектов деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования, в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных решений | Производственные процессы химического машино- и аппаратостроения, технологическая оснастка, средства проектирования, механизации, автоматизации и управления; методы и средства испытаний и контроля качества технологических машин и оборудования | ПК-1.4 Способен решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и тепломассообмена; выполнять расчеты и конструировать машины и их составные части: детали и узлы общемашиностроительного применения; конструкции, используемые в сложных эксплуатационных условиях под действием как статических, так и динамических нагрузок  работать с системами САПР типа Компас, SolidWorks и др.; владеть методами решения изобретательских задач, типовыми приемами устранения технических противоречий | З-ПК-1.4 Знать основные этапы проектирования, изготовления, наладки, монтажа технологического оборудования и привлекаемых для этого методах и средствах; о функциональном назначении технических средств, входящих в состав систем автоматического регулирования и управления; о механизмах и технологических операциях, основанных на механическом движении и используемых на предприятиях отрасли.  У-ПК-1.4 Уметь использовать методы анализа и синтеза механизмов, составления расчетных схем и обоснования допущений, упрощающих расчеты.  В-ПК-1.4 Владеть опытом использования пакета прикладных программ для обработки экспериментальных данных; проектирования механизмов с заданными характеристиками |
|

1. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Структура дисциплины

*Очно-заочная форма обучения*

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 кредитов, 252 часа.

Таблица 1. Структура дисциплины

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Раздел учебной дисциплины | Недели | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | Текущий контроль успеваемости *(неделя, форма)* | Аттестац. раздела *(неделя, форма)* | Максималь-ный балл за раздел \* |
| Лекции | Практ. занятия | Лаб. работы | СРС |
| 4 семестр (3 кредита) | | | | | | | | | |
| 1 | Основные понятия. | 1 | 2 | - | - | 2 | 1 – 17 недели  опрос на  занятиях. | КР1 –  6 нед. РГЗ-1, задача 1 | 1 |
| 2 | Растяжение и сжатие. | 2 - 6 | 4 | 4 | 6 | 10 | 11 |
| 3 | Основы теории напряжённого состояния. | 7 | 2 | 2 | - | 8 | РГЗ-1, задача 2 | 5 |
| 4 | Сдвиг. | 8 | 2 | 2 | - | 6 | Тест.-  5 нед. | 8 |
| 5 | Геометрические характеристики плоских сечений. | 9 | 2 | 2 | - | 10 | РГЗ2, задача 3 | 5 |
| 6 | Кручение. | 10 - 12 | 2 | 2 | 6 | 10 | РГЗ-2, задача 4 | 8 |
| 7 | Изгиб. | 13-17 | 6 | 6 | В пятом  сем. | 12 | КР2 –  13 нед. РГЗ-3, задачи 5 и 6 | 12 |
|  | Зачет |  |  |  |  |  |  |  | 50 |
|  | Итого за 4 семестр |  | 20 | 18 | 12 | 58 |  |  | 100 |

Продолжение таблицы №1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | №  п/п | Раздел учебной дисциплины | Недели | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | Текущий контроль успеваемости *(неделя, форма)* | Аттестац. раздела *(неделя, форма)* | Максималь-ный балл за раздел \* | | Лекции | Практ. занятия | Лаб. работы | СРС | | | | | | | | | | |
| 5 семестр (4 кредита) | | | | | | | | | |
| 8 | Статически неопределимые системы | 1 -3 | 2 | 4 | 6 | 8 | 1 – 17 недели  опрос на практических  и лабораторных  занятиях. | РГЗ-1, задача 1 | 9 |
| 9 | Критерии прочности | 4 | 2 | - | - | 8 | Тест. –  2 нед. | 2 |
| 10 | Сложное нагружение | 5-10 | 2 | 6 | 6 | 10 | КР-1.  6 нед. РГЗ-1, задача 2. РГЗ-2, задачи 3 и 4 | 18 |
| 11 | Устойчивость | 11- 12 | 2 | 2 | 4 | 8 | РГЗ-3, задача 5 | 7 |
| 12 | Динамические нагрузки | 13 -14 | 2 | 4 | - | 8 | КР-2.  12 нед.  РГЗ-3, задачи 6 | 8 |
| 13 | Расчёты на «выносливость» | 15-16 | 4 | 2 | - | 8 | Тест. –  16 нед. | 4 |
| 14 | Расчёт тонкостенных оболочек | 17 | 2 | - | - | 8 | Тест. –  17 нед. | 2 |
|  | Экзамен |  |  |  |  |  |  |  | 50 |
|  | Итого за 5 семестр |  | 16 | 18 | 16 | 58 |  |  | 100 |

*\*Примечание:*

Практическое занятие (2 часа) – 1 балл

Лабораторное занятие (4 часа) – 2 балла

Контрольная работа – 2 балла

Задача – 3 балла

Опрос на занятии – 1 балл

Тест (4 семестр) – 6 баллов

Тест (5 семестр) – 2 балла

Зачет, экзамен – 50 баллов

*Заочная форма обучения*

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 кредитов, 252 часа.

Таблица 1. Структура дисциплины

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Раздел учебной дисциплины | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | Текущий контроль успеваемости *(неделя, форма)* | Аттестац. раздела *(неделя, форма)* | Максималь-ный балл за раздел \* |
| Лекции | Практ. занятия | Лаб. работы | СРС |
| 2 курс | | | | | | | | |
| 1 | Основные понятия. | 1 | - | - | 2 | опрос на  занятиях. | КР1,  РГЗ-1, задача 1 | 1 |
| 2 | Растяжение и сжатие. | 1 | 1 | 2 | 14 | 8 |
| 3 | Основы теории напряжённого состояния. | 1 | 1 | 2 | 14 | РГЗ-1, задача 2 | 6 |
| 4 | Сдвиг. | 1 | 1 | - | 12 | Тест. | 11 |
| 5 | Геометрические характеристики плоских сечений. | 1 | 1 | - | 14 | РГЗ2, задача 3 | 4 |
| 6 | Кручение. | 1 | 1 | 2 | 14 | РГЗ-2, задача 4 | 8 |
| 7 | Изгиб. | 2 | 1 | 2 | 12 | КР2, РГЗ-3, задачи 5 и 6 | 12 |
|  | Зачет |  |  |  |  |  |  | 50 |
|  | Итого за 2 курс | 8 | 6 | 8 | 82 |  |  | 100 |

Продолжение таблицы №1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | *№*  *п/п* | Раздел учебной дисциплины | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | Текущий контроль успеваемости *(неделя, форма)* | Аттестац. раздела *(неделя, форма)* | Максимальный балл за раздел | | Лекции | Практ. занятия | Лаб. работы | СРС | | | | | | | | | |
| 3 курс | | | | | | | | |
| 8 | Статически неопределимые системы | 2 | 2 | 2 | 16 | опрос на занятиях | РГЗ-1, задача 1 | 10 |
| 9 | Критерии прочности | 1 | - | - | 16 | Тест | 3 |
| 10 | Сложное нагружение | 1 | 1 | 2 | 18 | КР-1, РГЗ-1, задача 2. РГЗ-2, задачи 3 и 4 | 16 |
| 11 | Устойчивость | 1 | 1 | - | 16 | РГЗ-3, задача 5 | 6 |
| 12 | Динамические нагрузки | 1 | 1 | - | 19 | КР-2.  РГЗ-3, задачи 6 | 8 |
| 13 | Расчёты на «выносливость» | 1 | 1 | - | 16 | Тест. | 5 |
| 14 | Расчёт тонкостенных оболочек | 1 | - | - | 16 | Тест. | 2 |
|  | Экзамен |  |  |  |  |  |  | 50 |
|  | Итого за 3 курс | 8 | 6 | 4 | 117 |  |  | 100 |

*\*Примечание:*

Практическое занятие (1 час) – 2 балла

Лабораторное занятие (2 часа) – 2 балла

Контрольная работа – 2 балла

Задача – 3 балла

Опрос на занятии – 1 балл

Тест (2 курс) – 8 баллов

Тест (3 курс) – 2 балла

Зачет, экзамен – 50 баллов

4.2 Содержание дисциплины

4.2.1 Лекционные занятия

4.2.1.1 Основные понятия.

Задачи курса. Связь курса с теоретическими, общеинженерными и специальными дисциплинами. Типы конструкций и деталей. Внешние силы и их классификация.

Основные свойства твердого деформируемого тела. Упругость, пластичность.

Гипотезы, принимаемые в сопротивлении материалов. Внутренние силы. Метод сечения. Понятия о напряжениях. Нормальное и касательное напряжения. Перемещения и деформации.

Виды простейших нагружений: растяжение, сжатие, сдвиг, кручение, изгиб.

4.2.1.2 Растяжение и сжатие.

Простое (центральное) растяжение и сжатие. Эпюры продольных сил. Напряжения. Деформации продольные и поперечные. Коэффициент Пуассона. Закон Гука. Модуль упругости *Е*. Жесткость при растяжении и сжатии. Напряженное состояние при растяжении и сжатии. Напряжения и деформации в стержне от собственного веса.

Опытное изучение свойств материалов при растяжении. Диаграмма растяжения малоуглеродистой стали. Основные механические характеристики материалов: предел пропорциональности (физический и условный), предел упругости, предел текучести, предел прочности (временное сопротивление). Механизм пластической деформации малоуглеродистой стали, дислокация, линии скольжения. Разгрузка и повторное нагружение. Наклеп. Условная и истинная диаграмма растяжения материалов в хрупком состоянии. Диаграммы сжатия материалов в пластичном и хрупком состояниях.

Пластичное и хрупкое состояние материалов.

Потенциальная энергия деформации при растяжении и сжатии. Удельная потенциальная энергия. Работа, затрачиваемая на разрушение.

Понятие о концентрации напряжений. Влияние концентрации напряжения на прочность при статической нагрузке.

Расчет на прочность по допускаемым напряжениям. Предельное (опасное) состояние. Коэффициент запаса прочности. Три вида расчетов: проектировочный расчет, проверка прочности, определение допускаемой нагрузки. Расчет по допускаемым напряжениям. Расчет стержня, состоящего из разнородных материалов. Температурные и монтажные напряжения. Расчет по допускаемым нагрузкам (по несущей способности). Диаграмма Прандтля.

Статически неопределимые задачи на растяжение и сжатие. Температурные и монтажные напряжения. Расчет по допускаемым нагрузкам. Потенциальная энергия деформации при растяжении, сжатии.

4.2.1.3 Основы теории напряженного состояния.

Понятия о напряженном состоянии в точке. Виды напряженного состояния. Линейное напряженное состояние. Плоское напряженное состояние. Закон парности касательных напряжений. Аналитические зависимости между напряжениями. Прямая и обратная задачи. Круг напряжений Мора. Объемное напряженное состояние.

Обобщенный закон Гука. Объемная деформация. Удельная потенциальная энергия деформации. Потенциальная энергия изменения объема и изменения формы.

4.2.1.4 Сдвиг.

Чистый сдвиг как частный случай плоского напряженного состояния. Закон Гука при сдвиге. Модуль упругости. Зависимость между тремя упругими постоянными изотропного тела *E, G* и *μ*. Потенциальная энергия деформации при сдвиге. Расчет заклепочных и сварных соединений.

4.2.1.5 Геометрические характеристики плоских сечений.

Статический момент сечения. Осевой, полярный и центробежный моменты инерции. Моменты инерции простейших фигур: треугольника и круга. Изменение осевых и центробежных моментов инерции при параллельном переносе осей и повороте координатных осей. Главные оси и определение их положения. Главные моменты инерции. Вычисление моментов инерции сложных профилей. Радиус инерции.

4.2.1.6 Кручение.

Кручение прямого бруса круглого сечения. Понятие о крутящем моменте и эпюры крутящих моментов. Напряжения в поперечных сечениях. Полный и относительный углы закручивания. Жесткость при кручении. Анализ напряженного состояния при кручении. Расчет на прочность и жесткость при кручении. Расчет винтовых пружин. Статически неопределимые задачи при кручении.

Кручение стержней прямоугольного сечения.

4.2.1.7 Изгиб.

Виды изгиба. Прямой поперечный изгиб. Виды нагрузок, вызывающих прямой поперечный изгиб. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях балок при изгибе. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки. Эпюры внутренних силовых факторов для плоских рам.

Нормальные напряжения при чистом изгибе. Жесткость при изгибе. Распространение выводов для чистого изгиба на поперечный изгиб. Касательные напряжения при изгибе балок сплошных сечений. Формула Д.И. Журавского.

Расчет на прочность. Рациональные формы сечений балок. Понятие о расчете балок по допускаемым нагрузкам.

Деформации при изгибе. Дифференциальные уравнения оси изогнутого бруса и его интегрирование. Метод начальных параметров.

Энергетический метод определения перемещений в упругих системах. Работа внешних сил. Потенциальная энергия деформации. Интеграл Мора. Правило Верещагина. Уравнение Симпсона.

4.1.1.8 Статически неопределимые системы.

Понятие о статической неопределимости. Степень статической неопределимости. Метод сил. Выбор основной системы. Использование свойств симметрии. Канонические уравнения метода сил. Методы раскрытия статической неопределимости с использованием ЭВМ. Проверка результатов расчета. Расчет статически неопределимых стержневых систем. Определение перемещений.

4.2.1.9 Критерии прочности.

Назначение критериев пластичности и разрушения. Коэффициент запаса прочности при заданном напряженном состоянии. Эквивалентное напряжение. Гипотезы пластичности (гипотеза максимальных касательных напряжений, гипотеза энергии изменения формы). Теория Мора о хрупком разрушении и вязкости. Теоретическая и реальная прочность материалов (теория Гриффитса).

4.2.1.10 Сложное нагружение

Сложное нагружение. Косой изгиб. Определение нормальных напряжений в поперечных сечениях. Отыскание нулевой линии и опасных точек. Расчет на прочность. Определение прогиба.

Внецентренное растяжение или сжатие бруса большой жесткости. Формула нормальных напряжений. Уравнение нулевой линии. Эпюра напряжений. Ядро сечения и его построение. Расчет на прочность.

Изгиб с кручением. Определение главных напряжений. Расчет на прочность.

Общий случай действия сил на брус. Внутренние силовые факторы. Построение эпюр. Нахождение опасных сечений и опасных точек. Расчеты на прочность.

4.2.1.11 Устойчивость

Понятие об устойчивости. Критическая нагрузка. Задача Эйлера. Формула Эйлера для различных случаев опорных закреплений. Гибкость и приведенная длина стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Устойчивость стержня при наличии пластических деформаций. Расчет сжатых стоек по коэффициенту понижения допускаемого напряжения. Энергетический способ определения критической нагрузки.

4.2.1.12 Динамические нагрузки

Расчет на прочность при действии сил инерции. Использование принципа Даламбера. Динамический коэффициент.

Удар. Способ расчета по балансу энергий. Влияние собственной массы системы. Расчет на прочность при ударе.

Расчёты на прочность при колебательной нагрузке. Выбор собственной частоты системы для исключения резонанса.

4.2.1.13 Расчеты на «выносливость»

«Усталость» металлов. Механизм усталостного разрушения. Характеристика циклов переменных напряжений. Кривая Велера и предел выносливости. Диаграмма предельных амплитуд. Основные факторы, влияющие на величину предела выносливости (концентрация напряжений, размеры, состояние поверхности). Коэффициент запаса прочности по усталостному разрушению.

4.2.1.14 Расчет тонкостенных оболочек.

Без моментная теория расчета. Уравнение Лапласа. Расчет сферических и цилиндрических сосудов, находящихся под действием равномерного внутреннего давления.

4.2.2 Темы практических занятий

4.2.2.1-4.2.2.2 Растяжение и сжатие. Определение внутренних сил. Расчеты на прочность и жесткость.

4.2.2.3 Основы теории напряженного состояния. Определение напряжений при плоском напряженном состоянии. Напряженное состояние в точке. Определение напряжений на площадках общего положения. Определение главных напряжений.

4.2.2.4 Сдвиг. Расчет болтовых, заклепочных и сварных соединений.

4.2.2.5 Кручение. Расчет валов на прочность и жесткость.

4.2.2.6-4.2.2.8 Изгиб. Определение внутренних сил в балках и рамах. Расчеты на прочность и жесткость.

4.2.2.9 Определение деформаций балок и рам с помощью универсального уравнения.

4.2.2.10 Определение деформаций балок и рам методом Мора, Верещагина и с помощью уравнения Симпсона

4.2.2.11 Статически неопределимые системы. Расчет статически неопределимых систем на прочность и жесткость по допускаемым и предельным нагрузкам. Определение реакций связей. Статически неопределимые стержневые системы.

4.2.2.12 - 4.2.2.13 Общий случай действия сил на брус. Косой изгиб. Внецентренное растяжение (сжатие) и изгиб с кручением.

4.2.2.14 Устойчивость равновесия. Расчеты на устойчивость при разных способах закрепления стержней.

4.2.2.15-4.2.2.16 Задачи динамики в сопротивлении материалов. Расчет на прочность при известных ускорениях и при ударе.

4.2.2.17 Прочность при циклически изменяющихся напряжениях. Расчеты на усталостную прочность при напряженных циклически изменяющихся во времени.

4.2.3 Темы лабораторных работ

4.2.3.1 Испытание материалов на растяжение и сжатие.

4.2.3.2 Определение модуля продольной упругости.

4.2.3.3 Испытание металлов на кручение.

4.2.3.4 Кручение тонкостенной трубы с определением модуля сдвига.

4.2.3.5 Испытание балки на изгиб.

4.2.3.6 Определение момента защемления однопролетной статически неопределимой балки.

4.2.3.7 Исследование напряженного состояния тонкостенной трубы при одновременном действии изгиба и кручения.

4.2.3.8 Исследование линейных перемещений шарнирно опертой по краям балки при изгибе.

4.2.3.9 Исследование линейных перемещений заделанной с одного края балки при изгибе.

4.2.3.10 Исследование линейных перемещений статически неопределимой балки при изгибе.

4.2.3.11 Устойчивость сжатых стержней со свободно закрепленным концами.

4.2.3.12 Устойчивость сжатых стержней с консольно и свободно закрепленным концом.

4.2.3.13 Устойчивость сжатых стержней с консольно закрепленными концами.

1. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе изучения дисциплины применяются следующие образовательные технологии, направленные на более успешное освоение материалов, развитие творческих способностей студентов, усиление профессиональных мотиваций:

1 Проведение занятий в интерактивной форме.

Интерактивное занятие №1

Продолжительность: 6 часов

Вид обучения: творческое задание

Суть занятия: студентам предлагается и подручных средств (трубочки для коктейлей, спички, бумага и т.п.) собрать конструкцию, наиболее приспособленную для восприятия нагрузки, задаваемой преподавателем (преподаватель задает массу груза, его вид и способ крепления к студенческой конструкции). По окончании конструирования преподаватель производит испытание на прочность созданных конструкций; выявляются наиболее прочные конструкции. Студенты публично поясняют принципы сопротивления материалов, на основании которых они принимали то или иное конструкторское решение.

Интерактивное занятие №2

Продолжительность: 6 часов

Вид обучения: творческое задание

Суть занятия: студенты решают ряд нестандартных задач (олимпиада по дисциплине). По результатам олимпиады выявляются лучшие студенческие решения. Авторы лучших решений поощряются дополнительными баллами.

Интерактивное занятие №3

Продолжительность: 4 часа

Вид обучения: публичная презентация, дискуссия

Суть занятия: авторы лучших студенческих решений по результатам интерактивного занятия №2 публично представляют свои решения с необходимыми пояснениями. Далее коллективно обсуждаются возможности улучшения (оптимизации) представленных решений. В конце занятия преподаватель представляет авторские решения задач олимпиады.

2 Проведение лабораторных занятий в специальной лаборатории «Общетехнических дисциплин» (ауд.024) ОТИ НИЯУ МИФИ, что обеспечивает закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков по определению внутренних сил напряжений и деформаций при различных видах нагружения, а также механических свойств материалов.

3 Видео демонстрации на лекционных занятиях. Использование компьютерной техники на практических и лабораторных занятиях для решения отдельных задач.

4 Разбор методики решения задач на практических занятиях в сочетаниис внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

5 Организация практических занятий в виде творческого обсуждения различных методов расчёта деталей на прочность жёсткость и устойчивость.

6 Междисциплинарный подход к содержанию лекций и практических занятий, формирующих интеграционную картину знаний: использование тренажёров, компьютерное тестирование.

1. Участие студентов в научно-технических семинарах по механике и научных конференциях.
2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

6.1 Текущий контроль по разделам проводится в форме опроса, приема лабораторных работ.

6.2 Аттестация разделов и контроль самостоятельной работы студента проводится по выполнению домашних заданий, контрольных работ и тестов.

6.3 Промежуточная аттестация –зачет, экзамен (4,5 семестр).

1 Темы контрольных работ

*Четвертый семестр*

Контрольная работа 1. Растяжение (сжатие) - 6 неделя.

Контрольная работа 2. Определение внутренних сил при изгибе - 13 неделя.

*Пятый семестр*

Контрольная работа 1. Изгиб с кручением-6 неделя.

Контрольная работа 2. Расчёты на прочность при действии сил инерции-12 неделя.

2 Темы индивидуальных домашних заданий

*Четвертый семестр*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  РГЗ | Тема | Срок (учебная неделя) | |
| выдачи | сдачи |
| 1 | Задача 1. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении, сжатии. | 3 | 5 |
| Задача 2. Определение главных напряжений. | 6 | 7 |
| 2 | Задача 3. Расчеты на прочность и жесткость при кручении. | 8 | 9 |
| Задача 4. Геометрические характеристики сечений. | 10 | 11 |
| 3 | Задача 5. Определение внутренних сил в балках и рамах. | 12 | 14 |
| Задача 6. Определение напряжений и деформаций при изгибе. | 15 | 17 |

*Пятый семестр*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  РГЗ | Тема задания | Срок (учеб. неделя) | |
| выдачи | сдачи |
| 1 | Задача 1. Статически неопределимые системы | 2 | 4 |
| Задача 2. Косой изгиб. | 4 | 6 |
| 2 | Задача 3. Внецентренное растяжение (сжатие). | 7 | 8 |
| Задача 4. Изгиб с кручением. | 9 | 12 |
| 3 | Задача 5. Расчеты стержней на устойчивость. | 12 | 13 |
| Задача 6. Расчеты на прочность при ударной нагрузке. | 14 | 16 |

1. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература.

7.1.1 Кудрявцев С.Г Сопротивление материалов и интернет тестирование базовых знаний: Учебное пособие/ С.Г Кудрявцев, В.Н. Сердюков. - СПб: Издательство Лань, 2013. -176 с: ил.

7.1.2 Сопротивление материалов: Учебник для ВПО/ А.Г. Схиртладзе, Б.В. Романовский, В.В. Волков, А.Н. Потемкин. - М: Академия, 2012. -416 с.

7.1.3 Исаченко В.В. Сопротивление материалов. Руководство к решению задач. Часть 1./ В.В. Исаченко. 2-е изд. испр.- М: НИЯУ МИФИ, 2010. -288 с.

7.1.4 Кирсанова Э.Г. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кирсанова Э.Г.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2012.— 110 c.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/733.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

7.1.5 Буланов Э.А. Решение задач по сопротивлению материалов [Электронный ресурс]/ Буланов Э.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.— 218 c.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6567> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

7.1.6 Беляев Н.М., Паршин Л.К., Мельников Б.Е., Шерстнев В.А., и др. Сборник задач по сопротивлению материалов, 2011 г., <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2022>

* 1. Дополнительная литература:

7.2.1 Справочник для студентов технических вузов. Высшая математика. Физика. Теоретическая механика. Сопротивление материалов. -3-е изд. - М: АСТ: Астрель, 2007.

7.2.2 Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000 (и предыдущие издания).

* + 1. Сосюрко В.Г., Комаров А.А., Кузнецова Т.Г. Сборник лабораторных работ по сопротивлению материалов. – Озёрск: ОТИ МИФИ, 1998.

7.2.4 Павлов П.А., Паршин Л.К., Мельников Б.Е., Шерстнев В.А. Сопротивление материалов, 2007 г., <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=563>

7.2.5 Сопротивление материалов, теории упругости и пластичности. Основы теории с примерами расчетов: Учебник для вузов/ А.Е. Саргсян. -Изд. 2-е, испр. и доп.. – М.: Высшая школа, 2000. -286 с: ил.

7.2.6 Сопротивление материалов: Руководство для решения задач и выполнения лабораторных и расчетно-графических работ/ В.А. Копнов, С.Н. Кривошапко. -2-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2005. -351 с.

7.2.7 Классический курс сопротивления материалов в решениях задач/ В.Т. Сапунов. -3-е изд., испр. –М.: Ком Книга, 2006. -160 с.

* 1. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

7.3.1 В качестве программного обеспечения используются: операционная система Windows (текстовый редактор Microsoft Word и электронные таблицы Microsoft Excel). Pascal, Mathcad, Компас.

7.3.2 Интернет ресурсы: сайт ОТИ НИЯУ МИФИ, Интернет тестирование и Интернет олимпиады, Министерство образования и науки РФ [www.mongov.ru](http://www.mongov.ru), Российский образовательный портал [www.edu.ru](http://www.edu.ru).

* + 1. <http://techlibrary.ru> (тех. литература)
    2. http://www.twirpx.com/ (лекции, задачи)
    3. http://www.sopromat.ru (учебный курс)
    4. http://www.twirpx.com (лекции, задачи)
    5. <http://lib.mexmat.ru/books/24996> (книги)

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1) Аудитория, оборудованная видеопроектором.

2) Лаборатория «Общетехнических дисциплин», оборудованная установками и приборами:

* ИМ –4Р, Р-5, Р-0,5 для испытания материалов на растяжение (сжатие) и определения модуля продольной упругости;
* К-50И для испытания материалов на кручение;
* СМ-14, ИСД-3 для испытания на кручение тонкостенной трубы с определением модуля сдвига;
* Р-5, ИСД-3 для испытания балки на изгиб;
* СМ-11А для определения реакций опор статически неопределимой балки;
* Учебный стенд «Устойчивость продольно сжатого стержня»;
* Учебный стенд «Определение перемещений в прямой балке».

3) Приборы для измерения линейных и угловых размеров, силоизмерительные устройства.

4) Плакаты по основным темам курса «Сопротивление материалов».

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО по направлению и профилю подготовки.

Автор Сосюрко В.Г., доцент, к.т.н., доцент кафедры ТМ и МАХП

Рецензент инженер конструктор ОЭПБиДО Я.Ю. Шутько

Программа одобрена на заседании кафедры ТМ и МАХП протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Зав. кафедрой ТМ и МАХП А.А. Комаров

Программа утверждена на Методическом совете ОТИ НИЯУ МИФИ протокол №\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_