Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Рябцун Владимир Васильевич
Должность: Директор
Дата подписания: 15.02.2022 12:26:49
Уникальный программный ключ:
937d0b737ee35db03895d495a275a8aac5224805

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ТИ НИЯУ МИФИ)

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

ОДОБРЕНО
Ученым советом ТИ НИЯУ МИФИ
Протокол № 5 от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Сопротивление материалов

(наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки **15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств**

Профиль подготовки **Компьютерное проектирование и технология производства изделий**

Квалификация (степень) выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Семестр	3	4	Итого
Трудоемкость, кред.	3	3	6
Общий объем курса, час.	108	108	216
Лекции, час.	16	16	32
Практич. занятия, час.	16	16	32
Лаборат. работы, час.	16	16	32
В форме практической подготовки, час.	-	-	-
СРС, час.	60	15	75
КСР, час.	-	-	-
Форма контроля – 3 семестр, зачет с оценкой 4 семестр, экзамен		45	45

г. Лесной – 2021 г.

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Сопротивление материалов» является одной из дисциплин, составляющих общеинженерную подготовку инженерно-технических специалистов, дает представление об общетеоретических основах методов расчёта типовых элементов конструкций на прочность, жесткость, устойчивость, об умении читать и использовать расчетные схемы и другую техническую документацию с целью получения информации, необходимой для осуществления профессиональной деятельности.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью учебной дисциплины «Сопротивление материалов» является подготовка высококвалифицированного специалиста к профессиональной деятельности, включающей совокупность средств, приёмов, способов и методов человеческой деятельности, направленной на формирование интеллектуальных и специальных умений, подготовку к самостоятельной работе студента в нестандартных условиях рынка, создание конкурентно-способной продукции машиностроения и близких к ней.

Главной задачей дисциплины является изучение основных методов расчёта типовых элементов конструкций на прочность, жесткость, устойчивость.

Задачи дисциплины:

- изучение расчётов на прочность при статических нагрузках;
- изучение расчётов на прочность при нагрузках, циклически изменяющихся во времени;
- изучение расчётов на прочность при действии ударных и инерционных нагрузок;
- освоение основных расчетов: проверочного, проектировочного, расчета допускаемой нагрузки;
- овладение навыками работы со справочной технической литературой.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Сопротивление материалов» изучается студентами второго курса, входит в теоретический блок общепрофессионального модуля раздела Б.1, обязательную часть учебного плана по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» профиля подготовки «Компьютерное проектирование и технология производства изделий».

Для изучения дисциплины необходимы знания по математике, физике, теоретической механике, материаловедению.

Знание дисциплины «Сопротивление материалов» и приобретаемые студентами знания и навыки необходимы при изучении дисциплин «Инженерный анализ», «Детали машин и основы конструирования», «Технологическое оснащение машиностроительных производств» и других специальных дисциплин, в которых рассматриваются расчёты на прочность и жёсткость. Знание материалов дисциплины необходимо при выполнении курсового проектирования, производственной практики, выпускной квалификационной работы, а также при практической работе выпускников по специальности.

Дисциплина «Сопротивление материалов» базируется на механико-математической подготовке студентов, обеспечиваемой предшествующими курсами: «Высшая математика», «Теоретическая механика».

Входные компетенции учебной дисциплины:

Код	Компетенция
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Процесс изучения дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» направлен на формирование следующих компетенций: УК-1, ОПК-8, ПК-6, УКЕ-1

Код компетенции	**Компетенция**
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ОПК-8	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа
ПК-6	Способен использовать различные методы испытаний физико-механических свойств, контроля технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах

Индикаторами достижения компетенций являются:

Код компетенции	**Код индикатора**	**Индикатор**
УК-1	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-8	З-ОПК-8	Знать: основные положения, методы и задачи проектно-конструкторской работы, обеспечивающей постановку целей проекта, его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработку структуры их взаимосвязей; подход к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях и определению приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности
	У-ОПК-8	Уметь: провести анализ различных вариантов решения

Код компетенции	Код индикатора	Индикатор
		проблем, связанных с машиностроительными производствами, и на основе анализа прогнозируемых последствий выбрать оптимальный вариант решения проблемы
	В-ОПК-8	Владеть: практическими навыками решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, и выбора оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа
ПК-6	З-ПК-6	Знать: физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий из них под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения, давления и т.д.), их влияние на структуру, а структуры – на свойства современных металлических и неметаллических материалов; основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций; методы проектных и проверочных расчетов; основные виды изнашивания и методы борьбы с ними; методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования
	У-ПК-6	Уметь: оценивать и прогнозировать поведение материала и причин отказов продукции под воздействием на них различных эксплуатационных факторов; назначать соответствующую обработку для получения заданных структур и свойств, обеспечивающих надежность продукции; выбирать способы восстановления и упрочнения быстроизнашивающихся поверхностей деталей машин; методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования
	В-ПК-6	Владеть: навыками выбора методов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий
УКЕ-1	З-УКЕ-1	Знать: физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации изделий из них под воздействием внешних факторов (нагрева, охлаждения, давления и т.д.), их влияние на структуру, а структуры – на свойства современных металлических и неметаллических материалов; основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций; методы проектных и проверочных расчетов; основные виды изнашивания и методы борьбы с ними; методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования
	У-УКЕ-1	Уметь: оценивать и прогнозировать поведение материала и причин отказов продукции под воздействием на них различных эксплуатационных факторов; назначать

Код компетенции	Код индикатора	Индикатор
		соответствующую обработку для получения заданных структур и свойств, обеспечивающих надежность продукции; выбирать способы восстановления и упрочнения быстроизнашивающихся поверхностей деталей машин; методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования
	В-УКЕ-1	Владеть: навыками выбора методов стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий

4. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Код	Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих:	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
В16	Профессиональное и трудовое воспитание	формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях неопределенности через специальные задания (методики ТРИЗ, морфологический анализ, мозговой штурм и др.), культуры инженера-разработчика через организацию проектной, в том числе самостоятельной работы обучающихся с использованием программных пакетов

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

- изучение расчётов на прочность при статических нагрузках;
- изучение расчётов на прочность при нагрузках, циклически изменяющихся во времени;
- изучение расчётов на прочность при действии ударных и инерционных нагрузок;
- освоение основных расчетов: проверочного, проектировочного, расчета допускаемой нагрузки;
- овладение навыками работы со справочной технической литературой.

Перечисленные мероприятия направлены на:

- формирование навыков выполнения и оформления расчетов, чтения расчетных схем;
- формирование навыков работы на компьютерной технике с графическими пакетами, предназначенными для разработки конструкторской документации;
- развитие творческих умений и навыков, формирование творческого профессионально-ориентированного мышления, необходимого для решения профессиональных задач.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной деятельности, трудоемкость (в часах)				Обяз. текущий контроль успеваемости (Форма, неделя)	Аттестация раздела (*форма, неделя*)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практическая работа	Лабораторная работа	Самостоятельная работа			
3 семестр									
1	РАЗДЕЛ 1. Введение Тема 1.1. Введение.	1	2			6		Т1- 9	30
2	Тема 1.2. Растяжение и сжатие.	2	2	2	4	8	РГЗ 1-4		
3	Тема 1.3. Механические характеристики материала.	3	2	2	4	6			
4	Тема 1.4. Напряженно-деформируемое состояние.	4	1	2		6			
5	Тема 1.5. Теории прочности.	5-6	1	2		4			
6	Тема 1.6. Геометрические характеристики сечений.	7-9	2	2		8	РГЗ 2-8		
7	РАЗДЕЛ 2. Простые деформации Тема 2.1. Сдвиг и кручение. Пружины.	10-12	2	2	4	6	РГЗ 3-12	Т2-16	30
8	Тема 2.2. Прямой поперечный изгиб.	13-15	2	2	4	8			
9	Тема 2.3. Деформации балок при изгибе.	16-17	2	2		6	РГЗ 4-16		
	Зачет с оценкой								40
	ИТОГО 3-й семестр:		16	16	16	60			100

4 семестр									
10	РАЗДЕЛ 1 Сложное сопротивление Тема 1.1. Сложное сопротивление	1-6	6	6	8	3	РГЗ№1-2 РГЗ№2-4	Т1-6	30
11	РАЗДЕЛ 2 Динамическое сопротивление Тема 2.1. Статически неопределимые системы	7-11	4	4	4	4	РГЗ№3-10	Т2-16	30
12	Тема 2.2. Устойчивость сжатых стержней.	12-14	2	2	4	2			
13	Тема 2.3. Учет сил инерции. Ударная нагрузка.	15-16	2	2		4	РГЗ№4-16		
14	Тема 2.4. Циклические нагрузки. Усталость	17	2	2		2			
	Экзамен								40
	ИТОГО 4-й семестр:		16	16	16	15			100
	ИТОГО:		32	32	32	75			

НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ И ИХ СОДЕРЖАНИЕ

3 семестр

РАЗДЕЛ 1 Введение

Тема 1.1 Введение

Наука о сопротивлении материалов, ее связь с другими дисциплинами.

Требования к конструкциям и их связь с задачами курса «Сопротивление материалов».

Деформации и разрушение твердых тел. Деформации упругие и пластические, упругость и пластичность. Деформации линейные и угловые.

Схематизация тел, свойств материалов, внешних сил. Определение стержня, пластины, оболочки. Допущения, принимаемые для материалов. Принцип независимости действия сил. Принцип Сен-Венана. Внешние силы и их классификация. Заданные нагрузки и реакции опор. Нагрузки статические и динамические.

Внутренние силовые факторы и метод их определения (метод сечений). Напряжения: полное, нормальное и касательное. Метод сечений. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях стержня. Классификация типов нагружения стержня по внутренним силовым факторам.

Тема 1.2 Центральное растяжение и сжатие

Растяжение и сжатие прямого стержня. Гипотеза Бернулли. Внутренние силы и напряжения, возникающие в поперечных сечениях бруса, их эпюры.

Абсолютное и относительное удлинение стержня, закон Гука. Коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона).

Построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений и осевых перемещений сечений.

Тема 1.3 Механические характеристики материала

Опытное изучение свойств материалов. Испытание материалов на растяжение и сжатие. Диаграмма растяжения. Основные механические характеристики материала: предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести, условный предел текучести, предел прочности. Характеристики пластичности материала. Механические свойства материалов при сжатии. Диаграмма сжатия пластичного материала. Диаграммы растяжения и сжатия хрупкого материала. Энергия деформации при растяжении-сжатии.

Расчет на прочность. Допускаемые напряжения и их определение, коэффициент запаса прочности. Составление условий прочности при растяжении; расчет на прочность по напряжениям; расчет на прочность по коэффициенту запаса. Три типа задач при расчете на прочность: проверка прочности, подбор сечений, определение допускаемой нагрузки.

Статически определимые и статически неопределимые системы, методы их решения. Температурные и монтажные напряжения.

Тема 1.4 Теория напряженного и деформируемого состояния

Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений. Главные напряжения и их обозначения. Виды напряженного состояния (линейное, плоское, объемное).

Линейное напряженное состояние. Анализ напряженного состояния при напряжении, закон парности касательных напряжений.

Плоское напряженное состояние. Определение нормальных и касательных напряжений в наклонных сечениях в зависимости от величины главных напряжений; нормальные и касательные напряжения по двум взаимно перпендикулярным сечениям. Круг Мора. Закон Гука при плоском напряженном состоянии.

Объемное напряженное состояние. Обобщенный закон Гука. Тензор деформаций. Инварианты напряженного состояния.

Тема 1.5 Теории прочности

Назначение и развитие теорий прочности. Понятие эквивалентного напряжения.

Теория наибольших нормальных напряжений; теория наибольших касательных напряжений; теория наибольших линейных удлинений; энергетическая теория прочности. Теория прочности О. Мора

Составление условий прочности при сложном (плоском и объемном) напряженном состоянии по всем теориям прочности.

Тема 1.6 Геометрические характеристики плоских сечений

Статический момент площади плоского сечения.

Осевые, полярные, центробежные моменты инерции. Радиусы инерции.

Зависимость между моментами инерции для параллельных осей. Изменение моментов инерции в зависимости от угла поворота координатных осей.

Осевые моменты инерции простейших сечений относительно центральных осей. Моменты инерции для сложных сечений.

Главные оси и главные моменты инерции.

РАЗДЕЛ 2 Простые деформации

Тема 2.1 Сдвиг и кручение. Пружины

Чистый сдвиг как частный случай плоского напряженного состояния. Напряжения и деформация при сдвиге. Закон Гука при сдвиге, модуль упругости при сдвиге. Условие прочности при сдвиге. Потенциальная энергия при сдвиге. Виды расчетов.

Кручение. Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Анализ напряженного состояния при кручении. Внутренние силовые факторы, касательные напряжения, их эпюры. Полярный момент инерции и момент сопротивления кручению сечения вала.

Допускаемые напряжения при кручении. Деформация кручения. Расчет валов на прочность и жесткость.

Потенциальная энергия деформации при кручении.

Статически неопределимые задачи при кручении. Чистое кручение стержней некруглого сечения.

Напряжения и деформации в винтовых пружинах с малым шагом. Расчет на прочность и жесткость. Проектировочный расчет пружин. Способ перемены плоскостей проекций. Способ плоскопараллельного перемещения.

Тема 2.2 Прямой поперечный изгиб

Деформация прямого поперечного изгиба. Внутренние силовые факторы, возникающие в поперечных сечениях балок, их эпюры.

Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силовой и интенсивностью нагрузки. Правила для проверки эпюр сил и моментов.

Чистый изгиб. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Потенциальная энергия при изгибе. Условие прочности по нормальным напряжениям. Вычисление моментов сопротивления простейших сечений. Моменты сопротивления для сложных сечений. Виды расчетов по нормальным напряжениям. Рациональные сечения балок.

Касательные напряжения при поперечном изгибе. Условие прочности по касательным напряжениям.

Напряженное состояние при изгибе. Расчет по главным напряжениям.

Тема 2.3 Деформации балок при изгибе

Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование. Интеграл Мора. Способ Верещагина.

4 семестр

РАЗДЕЛ 1 Сложное сопротивление

Тема 1.1 Сложное сопротивление

Сложное сопротивление. Общий алгоритм решения задач.

Косой изгиб. Определение нормальных напряжений. Определение нейтральной оси. Условие прочности при косом изгибе. Определение перемещений.

Расчет на прочность при совместном действии изгиба и растяжения или сжатия. Определение нормальных напряжений в кривом стержне.

Внецентренное сжатие или растяжение. Определение напряжений в поперечных сечениях бруса, определение нейтральной оси. Условие прочности. Ядро сечения.

Расчет на прочность при совместном действии кручении и изгиба. Применение теорий прочности.

РАЗДЕЛ 2 Динамическое сопротивление

Тема 2.1 Статически неопределимые системы

Теоремы о взаимности работ и перемещений.

Расчет статически определимых рам. Внутренние силовые факторы, их эпюры. Определение напряжений и перемещений. Расчет рам на прочность и жесткость.

Статически неопределимые плоские рамы. Степень статической неопределимости. Выбор основной системы. Раскрытие статической неопределимости методом сил. Составление канонических уравнений метода сил.

Расчет на прочность статически неопределимых систем.

Определение перемещений в статически неопределимых системах. Расчет на жесткость.

Статически неопределимые балки.

Тема 2.2. Устойчивость сжатых стержней.

Устойчивое и неустойчивое равновесие.

Формула Эйлера для определения критической нагрузки сжатого стержня.

Влияние условий закрепления концов стержня на величину критической силы. Формула Эйлера для определения критического напряжения. Влияние условий закрепления концов стержня на величину критической силы.

Пределы применимости формулы Эйлера. Понятие о потере устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Формулы Ф.С. Ясинского.

Расчеты сжатых стержней на устойчивость по коэффициентам снижения допускаемых напряжений на простое сжатие. Расчет сжатых стержней на прочность и устойчивость. Подбор сечений сжатых стержней. Проектировочный расчет.

Стержни малой, средней и большой гибкости. Выбор материала и рациональных форм поперечных сечений для сжатых стержней.

Тема 2.3 Учет сил инерции. Ударная нагрузка

Учет сил инерции при расчетах на прочность. Вычисление напряжений при равноускоренном движении. Расчет на прочность вращающего кольца.

Ударная нагрузка и вызываемые ею в системе перемещения и напряжения в случае соударения одного груза с ударяемой системой. Метод расчета на удар по балансу энергии. Расчет на прочность и жесткость при ударе.

Механические свойства материалов при ударе, ударная вязкость материала и ее определение.

Тема 2.4 Циклические нагрузки. Усталость

Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Свободные колебания с учетом сил сопротивления. Вынужденные колебания. Резонанс.

Понятие об усталостной прочности. Механизм усталостного разрушения. Сопротивление усталости.

Виды циклов изменения напряжений. Основные характеристики цикла.

Предел выносливости и его определение при симметричном цикле. Кривая усталости. Предел ограниченной выносливости.

Определение предела выносливости при несимметричном цикле. Диаграмма предельных напряжений и амплитуд цикла.

Факторы, влияющие на предел выносливости. Концентрация напряжений. Влияние размеров детали и состояния поверхности на усталостную прочность.

Определение рабочих запасов усталостной прочности при симметричном цикле. Условие прочности.

Определение рабочих запасов усталостной прочности при несимметричном цикле. Условие прочности. Эмпирическая формула Гафа и Поллэрда.

Повышение сопротивления усталости конструктивными и технологическими способами.

Темы практических занятий

Тема 1. Построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений и перемещений по длине стержня.

Тема 2. Расчет на прочность. Определение допускаемых напряжений, коэффициента запаса прочности. Три типа задач при расчете на прочность: проверка прочности, подбор сечений, определение допускаемой нагрузки.

Тема 3. Определение напряжений и деформаций в линейном, плоском, объемном состоянии.

Тема 4. Расчет эквивалентных напряжений по разным теориям прочности и их сравнение.

Тема 5. Расчет геометрических характеристик сечений.

Тема 6. Построение эпюр крутящих моментов, касательных напряжений и перемещений по длине вала. Расчет пружин. Расчеты на сдвиг.

Тема 7. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил по длине балки (заделка).

Тема 8. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил по длине балки (двухопорная балка).

Тема 9. Определение перемещений с помощью интеграла Мора.

Тема 10. Определение перемещений с помощью метода Верещагина.

Тема 11. Расчёт статически определимых стержневых систем методом сил.

Тема 12. Расчёт статически неопределимых стержневых систем методом сил.

Тема 13. Определение нормальных напряжений при косом изгибе.

Тема 14. Определение нормальных напряжений при совместном действии изгиба и растяжения или сжатия.

Тема 15. Определение напряжений при внецентренном сжатии или растяжении.

Тема 16. Расчет конструкции на устойчивость.

Тема 17. Расчеты на ударную нагрузку.

Тема 18. Расчеты на прочность при симметричном цикле нагружения.

Темы лабораторных занятий

Тема 1. Испытание на растяжение образцов из углеродистой стали с построением диаграммы. Определение модуля упругости и механических характеристик материала

Тема 2. Испытание на срез. Определение условного предела прочности при срезе

Тема 3. Испытание на кручение. Определение модуля сдвига

Тема 4. Определение напряжений с помощью электротензометрии. Тарировка измерительного прибора

Тема 5. Определение реактивного момента в статически неопределимой балке

Тема 6. Определение напряжений в брусе большой кривизны

Тема 7. Определение деформаций консольной балки при косом изгибе

Тема 8. Определение устойчивости прямолинейной формы при сжатии стержней большой гибкости и опытная проверка формулы Эйлера для определения критической силы

Аудиторные занятия и бюджет времени на самостоятельную подготовку студента

Учебная неделя	Наименование раздела, краткое наименование темы	Аудиторные занятия (час.)			Практическая подготовка	Самостоятельная работа
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
3 семестр						
1	РАЗДЕЛ 1. Введение Тема 1.1. Введение.	2	2	-	-	5
2	Тема 1.2. Растяжение и сжатие.	2	2	4	-	6
3	Тема 1.3. Механические характеристики материала.	2	2	-	-	6
4	Тема 1.4. Напряженно-деформируемое состояние.	2	2	-	-	8
5	Тема 1.5. Теории прочности.	2	2	-	-	6
6	Тема 1.6. Геометрические характеристики сечений.	2	2	-	-	16
7	РАЗДЕЛ 2. Простые деформации Тема 2.1. Сдвиг и кручение. Пружины.	1	1	8	-	2
8	Тема 2.2. Прямой поперечный изгиб.	2	2	-	-	2
9	Тема 2.3. Деформации балок при изгибе.	1	1	4	-	4
	Итого	**16**	**16**	**16**	**-**	**60**
4 семестр						
1	РАЗДЕЛ 1 Сложное сопротивление Тема 1.1. Сложное сопротивление.	6	2	8	-	8
2	РАЗДЕЛ 2 Динамическое сопротивление Тема 2.1. Статически неопределимые системы.	4	2	4	-	2
3	Тема 2.2. Устойчивость сжатых стержней.	2	2	4	-	2
4	Тема 2.3. Учет сил инерции. Ударная нагрузка.	2	2	-	-	2
5	Тема 2.4. Циклические нагрузки. Усталость.	2	2	-	-	1
	Итого	**16**	**16**	**16**	**-**	**15**

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При проведении занятий и организации самостоятельной работы студентов используются:

1 Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: (лекция-изложение, лекция-объяснение, практические занятия).

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к вопросам, рассматриваемым в пределах дисциплины; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Практические занятия обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков.

При реализации раздела программы дисциплины «Сопротивление материалов» используются различные образовательные технологии – аудиторные занятия проводятся в форме лекций и практических занятий.

Практические занятия проводятся в форме самостоятельного решения задач. Закрепление материала, изученного в аудитории, осуществляется путем решения расчётно-графических заданий. При работе на практических занятиях применяются следующие технологии: проектная работа, обучение на основе опыта, методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод).

Лабораторный практикум способствует активному усвоению теоретического материала и получению первых практических навыков по проведению эксперимента в области исследования прочности.

Выполнение расчётно-графических работ вводит студентов в практику инженерных расчётов.

Для контроля усвоения студентом разделов данного курса широко используются тестовые технологии. Ответы на тесты позволяют судить об усвоении студентом данного курса.

Самостоятельная работа студентов (75 час.) подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к тестам, а также выполнение практических и расчётно-графических заданий.

2 Интерактивные технологии обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем.

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

Интерактивные образовательные технологии обучения предполагают организацию обучения в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем - разбор конкретных заданий в классных тетрадях, защита расчётно-графических работ, экспресс-опросы. Эти технологии в сочетании с внеаудиторной работой решают задачи формирования и развития профессиональных умений и навыков обучающихся, как основы профессиональной компетентности в сфере образования.

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Вид занятий	Интерактивные формы обучения	Количество часов
3 семестр				

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Вид занятий	Интерактивные формы обучения	Количество часов
1	Введение	Лаб. работа	Работа в малых группах Обучение на основе опыта (case-study)	8
2	Простые деформации	Лаб. работа	Работа в малых группах Обучение на основе опыта (case-study)	8
3 семестр				
1	Сложное сопротивление	Лаб. работа	Работа в малых группах Обучение на основе опыта (case-study)	8
2	Динамическое сопротивление	Лаб. работа	Работа в малых группах Обучение на основе опыта (case-study)	8
	Итого:			32 час.

Организация самостоятельной работы студентов

Цель самостоятельной работы: закрепление знаний, полученных на занятиях. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы и интернет-источников для подготовки к контрольным, лабораторным работам, экзамену, зачету, выполнение домашних расчетно-графических заданий.

Домашние расчетно-графические задания

Домашнее задание № 1. Растяжение и сжатие

Для стального стержня, соответствующего номеру варианта, требуется:

1) построить по длине стержня эпюры продольных сил, нормальных напряжений и перемещений сечений;

2) построить в опасном сечений эпюру нормальных напряжений и вычислить рабочий запас прочности стержня по отношению к пределу текучести;

3) оценить прочность стержня.

Домашнее задание № 2. Геометрические характеристики сечений

Для заданного поперечного сечения балки, соответствующего номеру варианта, требуется:

1) вычертить сечение в масштабе, указав все размеры в буквах и цифрах;

2) провести главные центральные оси инерции всего сечения и центральные оси составных частей сечения;

3) вычислить осевые моменты инерции относительно главных центральных осей инерции сечения.

Домашнее задание № 3. Кручение валов круглого поперечного сечения

Вал круглого поперечного сечения нагружен системой внешних скручивающих моментов. Для соответствующего номера варианта, требуется:

1) из условия равновесия определить направление и величину незаданного скручивающего момента;

2) построить эпюру крутящего момента;

3) из условия прочности подобрать диаметры участков вала;

4) построить эпюру углов закручивания, приняв за неподвижное левое торцевое сечени вала.

Домашнее задание № 4. Прямой поперечный изгиб

Для заданной схемы балки, соответствующей номеру варианта, требуется:

1) определить опорные реакции;

2) написать выражения поперечной силы и изгибающего момента для каждого участка в общем виде;

3) построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов;

4) подобрать из условия прочности по нормальным напряжениям поперечное сечение балки в виде двутавра.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО, ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Код компетенции	**Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций**			**Средства и технологии оценки**
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
3 семестр				
УК-1 ОПК-8 ПК-6 УКЕ-1	З-УК-1 З-ОПК-8 З-ПК-6 З-УКЕ-1	У-УК-1 У-ОПК-8 У-ПК-6 У-УКЕ-1	В-УК-1 В-ОПК-8 В-ПК-6 В-УКЕ-1	РГЗ№1, РГЗ№2, РГЗ№3, РГЗ№4, Т1, Т2, Зач
4 семестр				
УК-1 ОПК-8 ПК-6 УКЕ-1	З-УК-1 З-ОПК-8 З-ПК-6 З-УКЕ-1	У-УК-1 У-ОПК-8 У-ПК-6 У-УКЕ-1	В-УК-1 В-ОПК-8 В-ПК-6 В-УКЕ-1	РГЗ№1, РГЗ№2, РГЗ№3, РГЗ№4, Т1, Т2, Экз

Аттестация дисциплины включает аттестацию разделов в 3 и 4 семестрах и промежуточную аттестацию в 3 семестре в форме зачета с оценкой, в 4 семестре в форме экзамена.

3 СЕМЕСТР

Текущий контроль дисциплины в 3 семестре

Раздел дисциплины	Формы обязательной текущей аттестации и аттестации раздела	Сумма баллов за раздел
Раздел 1.	РГЗ№1-4, РГЗ№2-8	**30 (18)**

Раздел дисциплины	Формы обязательной текущей аттестации и аттестации раздела	Сумма баллов за раздел
Аттестация раздела	Т1-9	
Раздел 2.	РГЗ№3-12, РГЗ№4-17	**30 (18)**
Аттестация раздела	Т2-18	
Итого за текущий контроль		**60 (36)**
Зачет с оценкой		**40 (24)**
Итого:		**100**

В качестве промежуточной оценки успеваемости студентов в 3 семестре используются тесты, а также домашние задания.

В соответствии с кредитно-модульной системой текущий контроль проводится в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (экспресс-опросы, тестирование) и результатов практической деятельности (выполнение домашних заданий). Суммарный рейтинг семестра рассчитывается по следующим основным видам работы.

Критерии оценки промежуточной аттестации (зачета с оценкой)

Оценка **отлично** ставится, если студент решил все три задачи экзаменационного билета, полностью раскрыл содержание теоретических вопросов, самостоятельно, без наводящих вопросов, решил предложенную задачу, объяснил и мотивировал решение задачи, смог разъяснить особенности применения теоретических знаний на практике, что может выражаться в уверенных ответах на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка **хорошо** ставится, если студент решил не менее 2-х задач самостоятельно и решил третью задачу с помощью небольших наводящих вопросов преподавателя, аргументированно обосновал решение задач, продемонстрировал знания основных понятий и определений, знание специфических для рассматриваемого раздела терминов и их понимание, что может выражаться в уверенном ответе на вопросы преподавателя, но не смог сразу разъяснить особенности применения теоретических знаний на практике.

Оценка **удовлетворительно** ставится, если студент решил с большими затруднениями не менее одной задачи и не менее половины другой задачи из разных разделов курса, при этом требовалась помощь преподавателями в форме наводящих вопросов, напоминания алгоритмов решения задач, студент затруднялся в объяснении решения задач.

Оценка **неудовлетворительно** ставится, если студент не смог продемонстрировать знания в решении ни одной из 3-х задач билета, даже если преподаватель пытался помочь в форме наводящих вопросов и напоминания алгоритмов решения задачи

Критерии оценки домашнего задания:

Максимальный балл выставляется каждому студенту при условии правильности решения задачи и в полном объёме.

Минимальный балл выставляется каждому студенту, если есть небольшие неточности в построении эпюр, если решение содержит негрубые ошибки.

Работа не считается выполненной, если результаты заимствованы у другого студента и выдавались как свой вариант задания, если решение содержит грубые ошибки**.**

Критерии оценки теста:

В тесте 10 вопросов. За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Тест засчитывается и выставляется минимальный балл за тест, если студент дал 6 правильных ответа (60%), что соответствует 6 баллам. Максимальный балл за зачет - 10, если на все вопросы итогового теста даны только правильные ответы. При количестве правильных ответов менее 6 тест считается невыполненным.

4 СЕМЕСТР

Текущий контроль дисциплины во 4 семестре

Раздел дисциплины	Формы обязательной текущей аттестации и аттестации раздела	Сумма баллов за раздел
Раздел 1.	РГЗ№1-2, РГЗ№2-4	**30 (18)**
Аттестация раздела	Т1-6	
Раздел 2.	РГЗ№3-10, РГЗ№4-16	**30 (18)**
Аттестация раздела	Т2-18	
Итого за аттестацию разделов		**60 (36)**
Зачет		**40 (24)**
Итого:		**100**

В качестве промежуточной оценки успеваемости студентов в 4 семестре используются тесты, а также домашние задания.

В соответствии с кредитно-модульной системой текущий контроль проводится в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (экспресс-опросы, тестирование) и результатов практической деятельности (выполнение домашних заданий). Суммарный рейтинг семестра рассчитывается по следующим основным видам работы.

Критерии оценки домашнего задания:

Максимальный балл выставляется каждому студенту при условии правильности решения задачи и в полном объёме.

Минимальный балл выставляется каждому студенту, если есть небольшие неточности в построении эпюр, если решение содержит негрубые ошибки.

Работа не считается выполненной, если результаты заимствованы у другого студента и выдавались как свой вариант задания, если решение содержит грубые ошибки**.**

Критерии оценки теста:

В тесте 10 вопросов. За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Тест засчитывается и выставляется минимальный балл за тест, если студент дал 6 правильных ответа (60%), что соответствует 6 баллам. Максимальный балл за зачет - 10, если на все вопросы итогового теста даны только правильные ответы. При количестве правильных ответов менее 6 тест считается невыполненным.

Итоговый контроль дисциплины

Промежуточная аттестация	Баллы за контрольное мероприятие	
	Минимальное значение	Максимальное значение
Аттестация разделов	36	60
Зачет	24	40
Итого за 4 семестр:	**60**	**100**

Шкала итоговой оценки за семестр

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 4-балльной шкале	Сумма баллов	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A

Оценка по 4-балльной шкале	Сумма баллов	Оценка ECTS
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Сумма баллов	Оценка ECTS	Уровень приобретенных знаний по дисциплине
90-100	A	«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.
85-89	B	«Очень хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.
75-84	C	«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.
65-74	D	«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.
60-64	E	«Посредственно» - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.
Ниже 60	F	«Неудовлетворительно» - очень слабые знания, недостаточные для понимания курса, имеется большое количество основных ошибок и недочетов.

Студент считается аттестованным по разделу, экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

Контрольные мероприятия, за которые студент получил 0 баллов (неявка в установленный срок), подлежат обязательной пересдаче. Сроки пересдач контрольных мероприятий в течение семестра определяет кафедра.

Студент, пропустивший контрольное мероприятие без уважительной причины или получивший за него неудовлетворительную оценку, после пересдачи контрольного мероприятия получает балл ниже установленного на 25%.

Вопросы к экзамену по дисциплине
«Сопротивление материалов»

1. Задачи курса. Прочность, жесткость, устойчивость конструкций. Виды деформаций.
2. Схематизация: тел, свойств материалов, сил. Реакции опор в шарнирно-подвижной, шарнирно-неподвижной опорах, заделке.
3. Внутренние силовые факторы и метод их определения. Напряжение, виды напряжений.
4. Растяжение и сжатие прямого стержня. Эпюра продольных сил и нормальных напряжений.
5. Абсолютное и относительное удлинение стержня. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Эпюры осевых перемещений при растяжении/сжатии.
6. Опытное изучение свойств материалов. Характеристики прочности и пластичности материала при опытном изучении свойств материала.
7. Расчет на прочность при растяжении/сжатии. Допускаемые напряжения и их определение. Коэффициент запаса прочности. Условия прочности. Виды расчетов.
8. Напряженное состояние в точке. Главные площадки и главные напряжения.
9. Виды напряженных состояний.
10. Теории прочности.
11. Сдвиг. Чистый сдвиг.
12. Кручение. Правило знаков, эпюра крутящих моментов по длине вала.
13. Напряжения и деформации при кручении. Расчет валов на прочность и жесткость.
14. Геометрические характеристики плоских сечений: статический момент площади, момент инерции сечения, радиус инерции. Зависимость между моментами инерции сечения для параллельных осей.
15. Центр тяжести, момент инерции сложных сечений. Главные оси и главные моменты инерции.
16. Изгиб. Виды изгиба. Внутренние силовые факторы. Правило знаков при изгибе. Эпюры изгибающих моментов и поперечных сил.
17. Статически определимые и статически неопределимые системы.
18. Устойчивое и неустойчивое упругое равновесие. Критическая сила. Критическое напряжение. Гибкость стержня.
19. Расчеты на прочность с учетом сил инерции.
20. Прочность при ударных нагрузках. Механические свойства материалов при ударе, ударная вязкость материала и ее определение.
21. Сложное сопротивление. Виды сложного сопротивления.
22. Понятие об усталостной прочности. Механизм усталостного разрушения. Сопротивление усталости. Факторы, влияющие на предел выносливости.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основная литература

1. Старовойтов Э.И. Сопротивление материалов: учебник для вузов – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.— 384 с.
2. Степин П. А. Сопротивление материалов: учебник. — СПб. : Лань, 2014. — 320 с.

Дополнительная литература

1 Буланов Э.А. Решение задач по сопротивлению материалов.-М.: Бином Лаборатория знаний. -2005.-207 с.

2 Вольмир, А. С. Сопротивление материалов [Текст]: Учебник для вузов/А. С. Вольмир, Ю. П. Григорьев, А. И. Станкевич. – М.: Дрофа, 2007. – 591 с.

3 Кирсанова Э.Г. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кирсанова Э.Г.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2012.— 110 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/733.

4 Копнов В.А. Сопротивление материалов: руководство для решения задач и выполнения лабораторных и расчетно-графических работ: учеб. пособие.- М.:Высш. шк., 2009.-351 с.

5 Сопротивление материалов: учебник/А.Г. Схиртладзе.- М.: Издательский центр «Академия», 2012.-416с.

6 Сопротивление материалов (4-е издание) [Электронный ресурс]: учебник/ Г.Д. Межецкий [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2013.— 431 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/24812.

7 Сопротивление материалов. Учеб. пособие / под ред. Н.А. Костенко. – М.: Высш. шк., 2007 – 430 с.

8 Щербакова Ю.В. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Щербакова Ю.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Научная книга, 2012.— 159 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/8224.

Методические пособия

1. Буренина, А.М. Расчётно-проектировочные работы: учебное пособие по дисциплине «Сопротивление материалов» для студентов машиностроительных специальностей. — Лесной: ТИ МИФИ, 2005. — 70 с.
2. Буренина, А.М. Сборник лабораторных работ по «Сопротивлению материалов». Часть 1: Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей. — Лесной: ПИЛ МИФИ, 2000. — 51 с.
3. Буренина, А.М. Сборник лабораторных работ по «Сопротивлению материалов». Часть 2: Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей. — Лесной: ПИЛ МИФИ, 2000. — 61 с.

Программное обеспечение:

Специальное программное обеспечение не требуется.

LMS и Интернет-ресурсы:

1. Образовательный портал НИЯУ МИФИ . URL: https://online.mephi.ru/
2. Центр информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ URL: http://library.mephi.ru/.
3. Электронная информационно-образовательная среда ТИ НИЯУ МИФИ URL: http://stud.mephi3.ru/.
4. Электронно-библиотечная система URL: IPRbooks https://www.iprbookshop.ru/.
5. Курсы ведущих вузов России платформы Открытое образование https://openedu.ru//

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией.

Лекционный материал изучается в специализированной аудитории, оснащенной современным компьютером с подключенным к нему проектором с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран.

Реализация практического раздела рабочей программы дисциплины базируется на наличии лаборатории технической механики.

Лаборатория технической механики

Аудитория 020 оснащена следующим оборудованием:

- машина КМ-50-1 для испытания образцов на кручение;
- копер МК-30;
- машина УММ-10, приспособление ДМ-26М для запрессовки соединений с гарантированным натягом;
- машина Р-5 разрывная, 2 шт;
- установка СМ-8М для испытаний на косой изгиб;
- установка СМ-25Б для тарировки измерительного прибора;
- установка СМ-11А для определения реактивного момента в статически неопределимой балке;
- установка МИП-10 для испытания винтовых пружин;
- установка РМП-50 потеря устойчивости сжатого стержня;
- универсальная испытательная машина УТС 101-50.

Каждый студент имеет свой логин и пароль для входа в Электронную информационно-образовательную среду ТИ НИЯУ МИФИ (http://stud.mephi3.ru/)

Каждый студент имеет доступ к электронно-библиотечной системе IPRbooks.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Автор: старший преподаватель кафедры «Технологии машиностроения» Е.А. Шальнев.