

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электротехника и электрификация

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.14
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 77,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Новикова О.В.
	Идентификатор	R2cc3a1e8-NovikovaOV-50471f61

О.В. Новикова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Иванов А.С.
	Идентификатор	R28e5c30d-IvanovAIS-37175ef6

А.С. Иванов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Погребисский М.Я.
	Идентификатор	Rccf62952-PogrebisskiyMY-d58a694

М.Я.
Погребисский

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: является изучение инженерных методов расчета элементов конструкций и деталей машин электротехнического оборудования на прочность, жесткость и устойчивость

Задачи дисциплины

- изучение разделов механики деформируемого твердого тела, связанных с расчетами на прочность, жесткость и устойчивость стержневых элементов конструкций электротехнического оборудования;
- приобретение навыков системного анализа при расчетах и проектировании элементов конструкций, находящихся под действием статических, температурных и циклических нагрузок;
- приобретение навыков оценивания параметров напряженно-деформированного состояния элементов стержневых конструкций, находящихся под действием статических, температурных и циклических нагрузок;
- овладение методами прочностных расчетов статически определимых и статически неопределимых стержневых систем, находящихся под действием статических, температурных нагрузок.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ИД-3оПК-5 Выполняет расчеты на прочность простых конструкций	знать: - основы механики деформируемого твердого тела, общие положения теории прочности и устойчивости. уметь: - проверять устойчивость стержневых систем; - использовать условия прочности и жесткости для расчета конструктивных элементов, находящихся в условиях растяжения-сжатия, кручения и изгиба; - рассчитывать внутренние усилия и напряжения в статически определимых и статически неопределимых стержневых системах при статических и температурных нагрузках; - вычислять коэффициент запаса при циклическом нагружении с учетом факторов, влияющих на сопротивление усталости; - использовать критерии прочности для расчета конструктивных элементов, находящихся в условиях сложного нагружения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электротехника и электрификация (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные понятия дифференциального и интегрального исчисления, теорию обыкновенных линейных дифференциальных уравнений и постановку краевых задач
- знать условия равновесия системы сил, приложенной к твердому телу
- знать основные механические характеристики конструкционных материалов
- уметь вычислять производные и интегралы от функций одной переменной, находить значения определенных интегралов, вычислять интегралы по площади, решать обыкновенные дифференциальные уравнения, решать краевые задачи
- уметь записывать уравнения статического равновесия для плоской и пространственной систем сил, определять опорные реакции

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Общие понятия механики деформируемого твердого тела	8	3	4	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Общие понятия механики деформируемого твердого тела"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 17-30 [2], 11-23</p>	
1.1	Общие понятия механики деформируемого твердого тела	8		4	-	2	-	-	-	-	-	-	2		-
2	Вопросы прочности и надежности	6		2	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Вопросы прочности и надежности"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 79-91 [2], 97-104</p>
2.1	Вопросы прочности и надежности	6		2	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	
3	Расчеты на прочность и жесткость при растяжении (сжатии)	18		4	-	6	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Расчеты на прочность и жесткость при растяжении (сжатии)". Выполнение задач №1 и 2 из расчетного задания.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 37-57 [2], 24-27 [3], 16-51 [4], 5-34 [5], 86-101</p>
3.1	Расчеты на прочность и жесткость при растяжении (сжатии)	18		4	-	6	-	-	-	-	-	-	8	-	
4	Геометрические	16		4	-	6	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u>

	кручением												[2], 60-67 [3], 283-307 [4], 62-68 [5], 108-118
8	Расчеты на усталость. Проектный расчет валов редукторов	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Проектный расчет валов редуктора".
8.1	Расчеты на усталость. Проектный расчет валов редукторов	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	Выполнение задачи №6 из расчетного задания. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 471-504 [2], 192-205 [3], 150-155, 486-497
9	Расчеты на устойчивость сжатых стержней	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение материалов по разделу "Расчеты на устойчивость сжатых стержней" .
9.1	Расчеты на устойчивость сжатых стержней	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	Выполнение задачи №7 из расчетного задания <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 505-518 [2], 79-89
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	-	32	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	-	32		2		-	0.5		77.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Общие понятия механики деформируемого твердого тела

1.1. Общие понятия механики деформируемого твердого тела

Общие положения о свойствах материалов. Классификация внешних сил. Внутренние силы в стержне. Метод сечений. Основные виды деформаций стержней. Понятие о напряжениях и деформациях. Основные гипотезы сопротивления материалов.. Растяжение (сжатие) призматического стержня. Закон Гука при одноосном растяжении. Определение напряжений и деформаций. Примеры.

2. Вопросы прочности и надежности

2.1. Вопросы прочности и надежности

Опытное изучение механических свойств материалов при растяжении и сжатии. Пластичные и хрупкие материалы. Сравнение свойств материалов при растяжении и сжатии.. Вопросы прочности и надежности в механике деформируемого твердого тела. Понятие о прочности, жесткости, устойчивости, отказах и дефектах конструкций. Расчет на прочность по допускаемым напряжениям. Коэффициенты запаса. Три вида расчетов на прочность и жесткость (на примере растяжения): определение допускаемых внешних нагрузок, размеров сечений (проектный расчет), проверка прочности или жесткости.

3. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении (сжатии)

3.1. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении (сжатии)

Основные гипотезы. Определение напряжений и деформаций. Расчеты на прочность и жесткость. Статически определимые и статически неопределимые стержневые системы. Особенности, присущие статически неопределимым системам (распределение усилий в зависимости от жесткости элементов, температурные и монтажные усилия и напряжения. Примеры.

4. Геометрические характеристики плоских сечений. Кручение

4.1. Геометрические характеристики плоских сечений.

Статические моменты сечения. Центр тяжести сечения. Моменты инерции сечения. Изменение моментов инерции сечений при параллельном переносе осей. Главные оси и главные моменты инерции сечения. Примеры..

4.2. Кручение

Предпосылки теории кручения стержней кругового поперечного сечения. Закон Гука при чистом сдвиге. Вывод формул для касательных напряжений и углов закручивания. Практические расчеты на прочность и жесткость при кручении. Рациональные поперечные сечения. Примеры. Расчет цилиндрических витых пружин. Максимальные касательные напряжения и осадка пружин. Жесткость пружин. Примеры.

5. Расчеты на прочность и жесткость при изгибе

5.1. Расчеты на прочность и жесткость при изгибе

Классификация видов изгиба. Дифференциальные зависимости при изгибе. Построение эпюр внутренних силовых факторов при изгибе балок и плоских рам. Основные гипотезы и вывод формулы для нормальных напряжений при изгибе. Условие прочности. Практические расчеты на прочность при изгибе. Рациональные поперечные сечения. Примеры.

Определение перемещений в линейно-упругих стержневых системах по формуле Максвелла-Мора. Метод Симпсона для вычисления интеграла Максвелла-Мора. Примеры.

6. Понятие о напряженном состоянии. Критерии прочности

6.1. Понятие о напряженном состоянии. Критерии прочности

Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений. Тензор деформаций. Обобщенный закон Гука. Прочность материалов при сложном напряженном состоянии. Критерии текучести для пластичных материалов (критерии Сен-Венана, Мизеса). Критерий хрупкого разрушения (критерий Мора).

7. Сложные виды деформаций

7.1. Сложные виды деформаций

Сложные виды деформаций. Условия применения принципа суперпозиции. Косой изгиб. Внецентренное растяжение (сжатие). Сочетание изгиба с растяжением (сжатием). Примеры.

7.2. Расчет валов кругового поперечного сечения при изгибе с кручением

Расчет валов кругового поперечного сечения при изгибе с кручением. Примеры.

8. Расчеты на усталость. Проектный расчет валов редукторов

8.1. Расчеты на усталость. Проектный расчет валов редукторов

Понятие об усталостном разрушении. Предел выносливости. Факторы, влияющие на величину предела выносливости детали. Проектный расчет валов редукторов. Пример..

9. Расчеты на устойчивость сжатых стержней

9.1. Расчеты на устойчивость сжатых стержней

Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия сжатого стержня. Продольный изгиб, критическая сила. Формула Эйлера для разных случаев опорных закреплений стержня. Граница применимости формулы Эйлера. Потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Формула Ф.С.Ясинского. Зависимость критических напряжений от гибкости стержня. Особенности практических расчетов на устойчивость. Рациональные типы поперечных сечений сжатых стержней.

3.3. Темы практических занятий

1. Построение эпюр внутренних силовых факторов при изгибе;
2. Расчеты на устойчивость сжатых стержней;
3. Расчет стержневых элементов при растяжении (сжатии);
4. Расчет стержневых элементов при кручении;
5. Расчет промежуточного вала редуктора;
6. Расчеты на прочность при изгибе;
7. Определение перемещений при изгибе;
8. Сложные виды деформаций;
9. Геометрические характеристики плоских сечений.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)									Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Знать:												
основы механики деформируемого твердого тела, общие положения теории прочности и устойчивости	ИД-3опк-5	+	+									Тестирование/Тест "Основные понятия механики деформируемого твердого тела"
Уметь:												
использовать критерии прочности для расчета конструктивных элементов, находящихся в условиях сложного нагружения	ИД-3опк-5						+	+				Контрольная работа/Контрольная работа "Расчеты на прочность и жесткость при изгибе. Определение перемещений при изгибе. Сложные виды деформаций." Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания
вычислять коэффициент запаса при циклическом нагружении с учетом факторов, влияющих на сопротивление усталости	ИД-3опк-5									+		Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания
рассчитывать внутренние усилия и напряжения в статически определимых и статически неопределимых стержневых системах при статических и температурных нагрузках	ИД-3опк-5			+	+							Контрольная работа/Контрольная работа "Расчеты стержневых систем при растяжении (сжатии). Расчеты стержневых элементов при кручении" Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания
использовать условия прочности и жесткости для расчета конструктивных элементов, находящихся в условиях растяжения-сжатия, кручения и изгиба	ИД-3опк-5					+						Контрольная работа/Контрольная работа "Расчеты на прочность и жесткость при изгибе. Определение перемещений при изгибе. Сложные виды деформаций." Расчетно-графическая работа/Проверка расчетного задания

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа "Расчеты на прочность и жесткость при изгибе. Определение перемещений при изгибе. Сложные виды деформаций." (Контрольная работа)
2. Контрольная работа "Расчеты стержневых систем при растяжении (сжатии). Расчеты стержневых элементов при кручении" (Контрольная работа)
3. Тест "Основные понятия механики деформируемого твердого тела" (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Проверка расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов : Учебник для втузов / В. И. Феодосьев . – 10-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000 . – 592 с. – (Механика в техническом университете ; Т.2) . - ISBN 5-7038-1453-6 : 80.00 .;
2. Новикова О.В.- "Лекции по сопротивлению материалов в структурно-логических схемах", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017 - (260 с.)
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010761.html>;
3. Ицкович, Г. М. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов : Учебное пособие для втузов / Г. М. Ицкович, Л. С. Минин, А. И. Винокуров . – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1999 . – 592 с. - ISBN 5-06-003494-1 : 31.00 .;
4. Москвин, В. Г. Сопротивление материалов. Примеры решения задач : практикум по курсу "Сопротивление материалов" по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / В. Г. Москвин, О. В. Новикова, С. А. Монин ; ред. В. Е. Хроматов ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 80 с. - ISBN 978-5-7046-2327-4 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11316>;
5. Минин, Л. С. Расчетные и тестовые задания по сопротивлению материалов : Учебное пособие для вузов по дисциплине "Сопротивление материалов" / Л. С. Минин, В. Е. Хроматов, Ю. П. Самсонов ; Ред. В. Е. Хроматов . – М. : Высшая школа, 2003 . – 224 с. - ISBN 5-06-004052-6 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. GNU Octave.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-401, Учебная аудитория	стол преподавателя, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-401, Учебная аудитория	стол преподавателя, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-401, Учебная аудитория	стол преподавателя, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Б-420, Кабинет сотрудников каф. "РМДиПМ"	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование специализированное, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Б-06а, Учебная лаборатория	стеллаж для хранения книг

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика материалов и конструкций

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест "Основные понятия механики деформируемого твердого тела" (Тестирование)
 КМ-2 Контрольная работа "Расчеты стержневых систем при растяжении (сжатии). Расчеты стержневых элементов при кручении" (Контрольная работа)
 КМ-3 Контрольная работа "Расчеты на прочность и жесткость при изгибе. Определение перемещений при изгибе. Сложные виды деформаций." (Контрольная работа)
 КМ-4 Проверка расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Общие понятия механики деформируемого твердого тела					
1.1	Общие понятия механики деформируемого твердого тела		+			
2	Вопросы прочности и надежности					
2.1	Вопросы прочности и надежности		+			
3	Расчеты на прочность и жесткость при растяжении (сжатии)					
3.1	Расчеты на прочность и жесткость при растяжении (сжатии)			+		+
4	Геометрические характеристики плоских сечений. Кручение					
4.1	Геометрические характеристики плоских сечений.			+		+
4.2	Кручение			+		+
5	Расчеты на прочность и жесткость при изгибе					
5.1	Расчеты на прочность и жесткость при изгибе				+	+
6	Понятие о напряженном состоянии. Критерии прочности					
6.1	Понятие о напряженном состоянии. Критерии прочности				+	+
7	Сложные виды деформаций					

7.1	Сложные виды деформаций			+	+
7.2	Расчет валов кругового поперечного сечения при изгибе с кручением			+	+
8	Расчеты на усталость. Проектный расчет валов редукторов				
8.1	Расчеты на усталость. Проектный расчет валов редукторов				+
9	Расчеты на устойчивость сжатых стержней				
9.1	Расчеты на устойчивость сжатых стержней				+
Вес КМ, %:		10	25	25	40