

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

Направление подготовки/специальность: 15.04.03 Прикладная механика

Наименование образовательной программы: Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРИЯ ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Вариативная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	1 семестр - 145,2 часа;
в том числе на КП/КР	1 семестр - 4 часа;
Иная контактная работа	1 семестр - 4 часа;
включая:	
Тестирование	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсового проекта	1 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;
	всего - 0,8 часа

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Мурзаханов Г.Х.
	Идентификатор	R95682147-MurzakhanovGK-bd6def

(подпись)

Г.Х. Мурзаханов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Позняк Е.В.
	Идентификатор	Rd1b94958-PozniakYV-2647307e

(подпись)

Е.В. Позняк

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883f

(подпись)

И.В. Меркурьев

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение основных положений теории пластичности и ползучести применительно к задачам статики и динамики, необходимых в профессиональной деятельности по выбранному профилю. По завершению освоения данной дисциплины студент способен и готов:

- правильно воспринимать, анализировать и обобщать исходную информацию, ставить цель и находить пути её достижения;
- осознавать социальную значимость своей профессии;
- анализировать и критически оценивать риски в своей предметной области, связанные с проблемами экологии и безопасности.

Задачи дисциплины

- Познакомить обучающихся с основными положениями теории пластичности и ползучести.;
- Научить обоснованно применять расчетные модели и методы теории пластичности и ползучести к прикладным задачам при расчетах на прочность.;
- Познакомить обучающихся с методами численного решения задач пластичности и ползучести, реализованными в современных математических программных комплексах..

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
ПК-2 способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности		знать: - Современные тенденции развития теории пластичности и ползучести, основные методы расчетов на прочность и устойчивость с учетом пластичности и ползучести, и сопутствующие математические методы; - Основные положения и методы теории пластичности и ползучести и возможность применения этих знаний в профессиональной деятельности с привлечением необходимого физико-математического аппарата. уметь: - Самостоятельно разрабатывать математические и компьютерные модели конструкций с учетом физической нелинейности; - Критически анализировать современные проблемы учета нелинейного поведения конструкций при расчетах на прочность и устойчивость с учетом мировых тенденций развития техники и технологий, самостоятельно ставить цель исследования и определять пути её

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		достижения; - Использовать современные математические программные средства, в том числе компьютерной математики, для решения прикладных задач пластичности и ползучести.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин основной профессиональной образовательной программе Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры (далее – ОПОП), направления подготовки 15.04.03 Прикладная механика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплина базируется на дисциплинах бакалавриата по направлению 15.03.03 Прикладная механика
- уметь Дисциплина базируется на дисциплинах бакалавриата по направлению 15.03.03 Прикладная механика

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 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ 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	Постановка задач об упругопластическом деформировании	8	1	4	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Постановка задач об упругопластическом деформировании" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Постановка задач об упругопластическом деформировании" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 12-63</p>	
1.1	Постановка задач об упругопластическом деформировании	8		4	-	2	-	-	-	-	-	2	-		
2	Предельное состояние стержней, пластин и оболочек	32		7	-	4	-	-	-	-	-	-	21	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Предельное состояние стержней, пластин и оболочек" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Предельное состояние стержней, пластин и оболочек" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 254-281</p>
2.1	Предельное состояние стержней, пластин и оболочек	32		7	-	4	-	-	-	-	-	-	21	-	
3	Циклическая пластичность	37		7	-	2	-	-	-	-	-	-	28	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Циклическая пластичность" <u>Подготовка к практическим занятиям:</u></p>
3.1	Циклическая пластичность	37	7	-	2	-	-	-	-	-	-	28	-		

												Изучение материала по разделу "Циклическая пластичность" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 305-312	
4	Основы теории ползучести	39.7	7	-	4	-	-	-	-	-	28.7	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основы теории ползучести"
4.1	Основы теории ползучести	39.7	7	-	4	-	-	-	-	-	28.7	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы теории ползучести" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 5-67
5	Решение задач теории ползучести для стержней, пластин и оболочек	39	7	-	4	-	-	-	-	-	28	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Решение задач теории ползучести для стержней, пластин и оболочек"
5.1	Решение задач теории ползучести для стержней, пластин и оболочек	39	7	-	4	-	-	-	-	-	28	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Решение задач теории ползучести для стержней, пластин и оболочек" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 112-154
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	24.3	-	-	-	16	-	4	-	0.3	4	-	
	Всего за семестр	216.0	32	-	16	16	2	4	-	0.8	111.7	33.5	
	Итого за семестр	216.0	32	-	16	18		4		0.8	145.2		

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. Постановка задач об упругопластическом деформировании

1.1. Постановка задач об упругопластическом деформировании

Физические основы теории пластичности простом нагружении. Деформационная теория Генки-Надаи. Работа дополнительных сил. Постулат Друкера. Соотношения Леви-Мизеса. Теория упруго-пластического тела с упрочнением. Простое и сложное нагружение. Теорема А.А. Ильюшина о. Теория предельного равновесия упруго-пластической среды.

2. Предельное состояние стержней, пластин и оболочек

2.1. Предельное состояние стержней, пластин и оболочек

Упруго-пластический изгиб балок. Предельное состояние балок. Предельное состояние цилиндрических оболочек при осесимметричном изгибе. Упруго-пластическое состояние толстостенного полого цилиндра. Плоская деформация идеального жёстко-пластического тела. Общие положения.

3. Циклическая пластичность

3.1. Циклическая пластичность

Теория приспособляемости. Расчет на прочность при малоциклового усталости. Пример расчета на прочность при малоциклового усталости.

4. Основы теории ползучести

4.1. Основы теории ползучести

Физические основы теории ползучести. Результаты экспериментального изучения ползучести. Гипотезы старения, упрочнения и пластической наследственности. Принцип суперпозиции Больцмана-Вольтерра.

5. Решение задач теории ползучести для стержней, пластин и оболочек

5.1. Решение задач теории ползучести для стержней, пластин и оболочек

Общая постановка задач теории установившейся ползучести. Ползучесть стержней и стержневых систем. Поперечный изгиб бруса при установившейся ползучести. Ползучесть при сложном напряжённом состоянии.

3.3. Темы практических занятий

1. Плоская деформация идеально жёстко-пластического тела;
2. Предельное состояние круговых пластин;
3. Предельное состояние оболочек;
4. Предельное состояние стержней при кручении;
5. Толстостенная труба под действием внутреннего давления;
6. Тонкостенные цилиндрические трубы. Основные соотношения;
7. Начальная стадия ползучести стержневой конструкции;
8. Поведение простейших элементов конструкций;
9. Ползучесть стержневой системы при циклическом нагружении;
10. Релаксация напряжений при изгибе балки;
11. Установившаяся ползучесть мембранной оболочки;
12. Установившаяся ползучесть скручиваемого стержня.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Постановка задач об упругопластическом деформировании"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Предельное состояние стержней, пластин и оболочек"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Циклическая пластичность"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основы теории ползучести"
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Решение задач теории ползучести для стержней, пластин и оболочек"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту/работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Постановка задач об упругопластическом деформировании"
2. Консультации проводятся по разделу "Предельное состояние стержней, пластин и оболочек"
3. Консультации проводятся по разделу "Циклическая пластичность"
4. Консультации проводятся по разделу "Основы теории ползучести"
5. Консультации проводятся по разделу "Решение задач теории ползучести для стержней, пластин и оболочек"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 1 Семестр

Курсовой проект (КП)

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 10	11 - 13	14	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	1, 2	2, 3	2, 3	4, 5	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	20	20	20	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	40	60	80	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Постановка задачи и выбор расчётной схемы
2	Численно-аналитическое решение задачи
3	Анализ полученных результатов
4	Оценка достоверности полученных результатов
5	Оформление курсового проекта, заключение, выводы, рекомендации по практическому внедрению результатов

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	
Знать:							
Основные положения и методы теории пластичности и ползучести и возможность применения этих знаний в профессиональной деятельности с привлечением необходимого физико-математического аппарата	ПК-2(Компетенция)	+					Тестирование/КМ-1 Тестирование: Ильющинское пространство и деформационная теория
Современные тенденции развития теории пластичности и ползучести, основные методы расчетов на прочность и устойчивость с учетом пластичности и ползучести, и сопутствующие математические методы	ПК-2(Компетенция)		+		+		Тестирование/Тест №1. Критерии текучести.
Уметь:							
Использовать современные математические программные средства, в том числе компьютерной математики, для решения прикладных задач пластичности и ползучести	ПК-2(Компетенция)	+		+			Контрольная работа/КМ-4 Контрольная работа №2. Теория течения
Критически анализировать современные проблемы учета нелинейного поведения конструкций при расчетах на прочность и устойчивость с учетом мировых тенденций развития техники и технологий, самостоятельно ставить цель исследования и определять пути её достижения	ПК-2(Компетенция)					+	Контрольная работа/КМ-2 Контрольная работа №1. Определения и гипотезы
Самостоятельно разрабатывать математические и компьютерные модели конструкций с учетом физической нелинейности	ПК-2(Компетенция)	+	+	+	+	+	Контрольная работа/КМ-5 Контрольная работа №3. Реологическая модель конструкции

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 Тестирование: Ильюшинское пространство и деформационная теория (Тестирование)
2. КМ-2 Контрольная работа №1. Определения и гипотезы (Контрольная работа)
3. КМ-4Контрольная работа №2. Теория течения (Контрольная работа)
4. КМ-5Контрольная работа №3. Реологическая модель конструкции (Контрольная работа)
5. Тест №1. Критерии текучести. (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

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

Курсовой проект (КП) (Семестр №1)

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Малинин, Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести : учебник для машиностроительных специальностей вузов / Н. Н. Малинин . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1975 . – 400 с.;
2. Малинин, Н. Н. Сборник задач по прикладной теории пластичности и ползучести : учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов / Н. Н. Малинин, К. И. Романов, А. А. Ширшов . – М. : Высшая школа, 1984 . – 231 с.;
3. А. Г. Горшков, Э. И. Старовойтов, Д. В. Тарлаковский- "Теория упругости и пластичности", Издательство: "Физматлит", Москва, 2002 - (417 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76683>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Ansys / CAE Fidesys;

5. Майнд Видеоконференции.

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. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-112, Лаборатория вычислительной механики	стол, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-112, Лаборатория вычислительной механики	стол, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-412, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
	Б-413, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Б-110/1, Кабинет сотрудников каф. "РМДиПМ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, компьютер персональный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Б-06а, Учебная лаборатория	стеллаж для хранения книг

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория пластичности и ползучести

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1 Тестирование: Ильюшинское пространство и деформационная теория (Тестирование)
 КМ-2 КМ-2 Контрольная работа №1. Определения и гипотезы (Контрольная работа)
 КМ-3 КМ-4Контрольная работа №2. Теория течения (Контрольная работа)
 КМ-4 КМ-5Контрольная работа №3. Реологическая модель конструкции (Контрольная работа)
 КМ-5 Тест №1. Критерии текучести. (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	10	13	15
1	Постановка задач об упругопластическом деформировании						
1.1	Постановка задач об упругопластическом деформировании		+		+	+	
2	Предельное состояние стержней, пластин и оболочек						
2.1	Предельное состояние стержней, пластин и оболочек					+	+
3	Циклическая пластичность						
3.1	Циклическая пластичность				+	+	
4	Основы теории ползучести						
4.1	Основы теории ползучести					+	+
5	Решение задач теории ползучести для стержней, пластин и оболочек						
5.1	Решение задач теории ползучести для стержней, пластин и оболочек			+		+	
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Теория пластичности и ползучести

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 1
- КМ-2 2
- КМ-3 3
- КМ-4 4
- КМ-5 5

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	10	13	14
1	Постановка задачи и выбор расчётной схемы		+	+			
2	Численно-аналитическое решение задачи			+	+	+	
3	Анализ полученных результатов				+	+	
4	Оценка достоверности полученных результатов						+
5	Оформление курсового проекта, заключение, выводы, рекомендации по практическому внедрению результатов						+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20