

**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

**Оценочные материалы
по дисциплине
Конструкционная прочность**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цой В.Э.
	Идентификатор	Rd9d3a9dd-TsoyVE-b05eb4b4

(подпись)

В.Э. Цой

(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)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-5 способностью самостоятельно выполнять научные исследования в области прикладной механики для различных отраслей промышленности, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства, решать сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (CAE-систем мирового уровня)
2. ПК-13 способностью формулировать технические задания и применять программные системы компьютерного проектирования (CAD-системы) в процессе конструирования деталей машин и элементов конструкций с учетом обеспечения их прочности, жесткости, устойчивости, долговечности, надежности и износостойкости, готовить необходимый комплект технической документации в соответствии с Единой системой конструкторской документации
3. ПК-14 способностью проектировать машины и конструкции с учетом требований обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин
4. ПК-15 способностью разрабатывать технико-экономические обоснования проектируемых машин и конструкций, составлять техническую документацию на проекты, их элементы и сборочные единицы

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Прочность при малоцикловом нагружении (Решение задач)

Форма реализации: Проверка задания

1. Прочность деталей при статическом нагружении (Семинар)

Форма реализации: Устная форма

1. Многоцикловое усталостное разрушение (Дискуссия)
2. Прочность при длительном статическом нагружении (Дискуссия)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	4	8	12
Основы расчета деталей на прочность при статическом нагружении					
Введение. Виды механического разрушения	+				
Прочность деталей при статическом нагружении	+				
Расчет конструкций на многоцикловую усталость					
Многоцикловое усталостное разрушение			+		
Прочность при малоцикловом нагружении					
Прочность при малоцикловом нагружении	+	+	+		
Прочность при длительном статическом нагружении					
Прочность при длительном статическом нагружении	+		+	+	
Вес КМ:	25	25	25	25	

§Общая часть/Для промежуточной аттестации§

БРС курсовой работы/проекта

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %		
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
	Срок КМ:	8	12
Построение модели кривой малоциклового усталости материала на основе экспериментальных данных		+	
Разработка расчетной трехмерной модели диска турбомшины и анализ напряженно-деформированного состояния в упругой и упруго-пластической постановках		+	
Анализ результатов расчета, разработка конструктивных мероприятий по снижению напряжений в диске и оценка запасов прочности			+
Вес КМ:		60	40

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-5	ПК-5(Компетенция)	Знать: общие принципы оценки прочности конструкций, работающих в сложных эксплуатационных условиях Уметь: строить расчётные схемы конструкций, создавать расчётные модели методом конечных элементов, в том числе для высоконагруженных деталей турбомашин	Прочность деталей при статическом нагружении (Семинар) Многоцикловое усталостное разрушение (Дискуссия) Прочность при малоцикловом нагружении (Решение задач)
ПК-13	ПК-13(Компетенция)	Знать: возможности программного комплекса MSC.Software Уметь: решать прикладные задачи механики методом конечных элементов в программном комплексе MSC.Software	Прочность деталей при статическом нагружении (Семинар)
ПК-14	ПК-14(Компетенция)	Знать:	Многоцикловое усталостное разрушение (Дискуссия)

		<p>методы расчета на усталостную прочность деталей</p> <p>Уметь:</p> <p>рассчитывать на прочность конструкции, работающие при повторно-статических, длительных статических и вибрационных нагрузках, в том числе в условиях повышенных температур</p>	Прочность при длительном статическом нагружении (Дискуссия)
ПК-15	ПК-15(Компетенция)	<p>Знать:</p> <p>требования к исходным данным для выполнения прочностных расчетов и требования к нормативным запасам прочности</p> <p>Уметь:</p> <p>формировать требования к прочности и ресурсу конструкций на этапе проектирования</p>	<p>Прочность деталей при статическом нагружении (Семинар)</p> <p>Многоцикловое усталостное разрушение (Дискуссия)</p>

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Прочность деталей при статическом нагружении

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Семинар

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: В рамках текущего контроля будет выполнена проверка построения расчетной схемы детали с использованием метода конечных элементов. Оценивается качество разбиения модели на конечные элементы, схематизация внешних силовых факторов и граничных условий.

Краткое содержание задания:

Выполнение первой части курсового проекта

Контрольные вопросы/задания:

Знать: возможности программного комплекса MSC.Software	1. В каких случаях используют конечные элементы первого порядка точности, а в каких - элементы второго порядка точности? 2. По какому критерию оценить качество дискретизации модели в зоне концентрации напряжений?
Знать: требования к исходным данным для выполнения прочностных расчетов и требования к нормативным запасам прочности	1. Какие граничные условия эквивалентны условию циклической симметрии? 2. Каким образом передается центробежная сила на деталь при решении задачи методом конечных элементов?
Уметь: строить расчётные схемы конструкций, создавать расчётные модели методом конечных элементов, в том числе для высоконагруженных деталей турбомашин	1. Каким образом проверить качество дискретизации модели в зоне концентрации напряжений?
Уметь: решать прикладные задачи механики методом конечных элементов в программном комплексе MSC.Software	1. Какие виды нелинейностей могут быть заданы в программном комплексе MSC.Software?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-2. Многоцикловое усталостное разрушение

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Дискуссия

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период занятий. Продолжительность контроля составляет 30 минут. Проводится устный опрос студентов по теоретическим материалам по теме: "Многоцикловое усталостное разрушение"

Краткое содержание задания:

Проверка теоретических знаний

Контрольные вопросы/задания:

Знать: общие принципы оценки прочности конструкций, работающих в сложных эксплуатационных условиях	1.Что такое явление усталостного разрушения металлов? 2.Как оценить прочность конструкций при переменных напряжениях
Знать: методы расчета на усталостную прочность деталей	1.Как выглядит цикл напряжений и какими величинами он характеризуется? 2.Какие факторы влияют на усталостную прочность деталей
Уметь: формировать требования к прочности и ресурсу конструкций на этапе проектирования	1.Можно ли оценить вибрационную прочность детали расчетным путем?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-3. Прочность при малоцикловом нагружении

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Решение задач

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период занятий. Продолжительность задания составляет 90 минут.

Краткое содержание задания:

Выполнить статистическую обработку результатов испытаний на малоцикловую усталость стандартных образцов

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: строить расчётные схемы конструкций, создавать расчётные модели методом конечных элементов, в том числе для высоконагруженных деталей турбомашин	1. Как учитывается физическая нелинейность при расчетах детали методом конечных элементов? 2. Какие типы решения используются при необходимости учета развития пластических деформаций в детали?
---	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-4. Прочность при длительном статическом нагружении

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Дискуссия

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период занятий. Продолжительность контроля составляет 30 минут. Проводится устный опрос студентов по теоретическим материалам по теме: "Прочность при длительном статическом нагружении"

Краткое содержание задания:

Проверка теоретических знаний

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать на прочность конструкции, работающие при повторно-статических, длительных статических и вибрационных нагрузках, в том числе в условиях повышенных температур	1. Как аппроксимируются результаты испытаний образцов на длительную прочность? 2. Как рассчитать запас прочности в условиях работы детали при повышенных температурах?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Процедура проведения

Зачет проводится в устной форме индивидуально с каждым студентом

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ПК-5(Компетенция)

Вопросы, задания

- 1.Какие общие принципы оценки прочности конструкций Вы знаете?
- 2.Какие типы механических испытаний выполняют для определения характеристик конструкционной прочности?
- 3.Приведите виды механического разрушения конструкций
- 4.Продемонстрируйте схему анализа причин разрушения деталей

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.Что является мерой оценки прочности конструкции?

Ответы:

- а) запас прочности б) ограниченный диапазон внешних нагрузок в) периодическая проверка технического состояния

Верный ответ: а

2. Компетенция/Индикатор: ПК-13(Компетенция)

Вопросы, задания

- 1.Расписать основы теории испытаний на растяжение. Какая связь между истинными и условными напряжениями и деформациями?
- 2.Какие механические модели предельного состояния материалов Вы знаете?
- 3.Приведите примеры схематизации диаграмм деформирования
- 4.Расскажите об основных допущениях теории предельного равновесия

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.Каким способом задается условие циклической симметрии детали?

Ответы:

- а) ограничением перемещений по всем степеням свободы б) уравнениями связи перемещений по всем степеням свободы в) ограничением перемещений в окружном направлении г) условие циклической симметрии невозможно воспроизвести

Верный ответ: б

3. Компетенция/Индикатор: ПК-14(Компетенция)

Вопросы, задания

- 1.Какие факторы влияют на усталостную прочность деталей?
- 2.Какие методы определения предела выносливости конструкций применяются?
- 3.Какие критерии малоциклового усталости при жёстком и мягком циклах нагружения применяются?
- 4.Как производится суммирование повреждений?

- 5.Какие критерии термоусталостного разрушения применяются?
- 6.Приведите параметрические зависимости длительной прочности
- 7.Какие критерии длительной прочности при сложном напряженном состоянии применяются?
- 8.Как учитывается взаимное влияние длительной прочности и малоциклового усталости?

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Какая внешняя нагрузка вызывает разрушение детали по механизму многоциклового усталости?

Ответы:

- а) кратковременная предельная нагрузка б) повторно-статическая нагрузка в) вибрационная нагрузка г) длительная статическая нагрузка

Верный ответ: в

2.При каком доминирующем факторе происходит разрушение детали по механизму потери длительной статической прочности?

Ответы:

- а) время б) температура в) усилие г) коррозия

Верный ответ: б

4. Компетенция/Индикатор: ПК-15(Компетенция)

Вопросы, задания

1.Как формируются требования к прочности и ресурсу конструкции, работающей под действием повторно-статических нагрузок?

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Какие технические требования предъявляются к конструкции, работающей при повышенных вибрационных нагрузках?

Ответы:

- а) требования к обеспечению запаса вибрационной прочности б) требования к запасу по ресурсу в) требования к высоким показателям надежности

Верный ответ: а)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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

Для курсового проекта/работы:

3 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Защита курсовой работы проводится на зачетной неделе посредством проверки представленного письменного материала

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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