

**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
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

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

В.Э. Цой

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

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

В.Э. Цой

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883d

И.В.
Меркурьев

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. ОПК-2 Способен осуществлять экспертизу технической документации в области профессиональной деятельности

ИД-1 Способен провести оценку проектной документации объектов профессиональной деятельности в части соответствия требованиям нормативных документов, регламентирующих расчеты на прочность

2. ОПК-4 Способен разрабатывать методические и нормативные документы. в том числе проекты стандартов и сертификатов с учетом действующих стандартов качества, обеспечивать их внедрение на производстве

ИД-1 Способен разработать методику расчета объекта профессиональной деятельности и изложить ее в форме методического документа

3. ПК-1 Готов участвовать в научных и расчетно-экспериментальных исследованиях объектов профессиональной деятельности с целью обеспечения их прочности, жесткости, устойчивости, долговечности, безопасности и надежности

ИД-2 Способен выполнять расчеты в профессиональных конечно-элементных программных комплексах

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

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Многоцикловое усталостное разрушение (Дискуссия)

КМ-2 Прочность при малоцикловом нагружении (Решение задач)

КМ-3 Прочность при длительном статическом нагружении (Дискуссия)

КМ-4 Прочность деталей при статическом нагружении (Семинар)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	4	8	12
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	+	+	+	+	
Основы расчета деталей на прочность при статическом нагружении					
Прочность деталей при статическом нагружении	+	+	+	+	
Вес КМ:	25	25	25	25	

БРС курсовой работы/проекта

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

КМ-1 Соблюдение графика выполнения КП/КР, оценка выполнения разделов КП/КР

КМ-2 Соблюдение графика выполнения КП/КР, оценка выполнения разделов КП/КР, качество оформления КП/КР

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %		
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
	Срок КМ:	8	12
Построение модели кривой малоцикловой 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:		40	60

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
ОПК-2	ИД-1 _{ОПК-2} Способен провести оценку проектной документации объектов профессиональной деятельности в части соответствия требованиям нормативных документов, регламентирующих расчеты на прочность	Знать: общие принципы оценки прочности конструкций, работающих в сложных эксплуатационных условиях Уметь: формировать требования к прочности и ресурсу конструкций на этапе проектирования	КМ-1 Многоцикловое усталостное разрушение (Дискуссия) КМ-3 Прочность при длительном статическом нагружении (Дискуссия) КМ-4 Прочность деталей при статическом нагружении (Семинар)
ОПК-4	ИД-1 _{ОПК-4} Способен разработать методику расчета объекта профессиональной деятельности и изложить ее в форме методического документа	Знать: методы расчета на прочность деталей при кратковременном статическом нагружении методы расчета на прочность деталей при длительном статическом нагружении методы расчета на усталостную прочность деталей методы расчета на прочность деталей при	КМ-1 Многоцикловое усталостное разрушение (Дискуссия) КМ-2 Прочность при малоцикловом нагружении (Решение задач) КМ-3 Прочность при длительном статическом нагружении (Дискуссия) КМ-4 Прочность деталей при статическом нагружении (Семинар)

		повторно-статическом нагрузении Уметь: строить расчётные схемы конструкций, создавать расчётные модели методом конечных элементов	
ПК-1	ИД-2 _{ПК-1} Способен выполнять расчеты в профессиональных конечно-элементных программных комплексах	Знать: требования к исходным данным для выполнения прочностных расчетов и требования к нормативным запасам прочности Уметь: рассчитывать на прочность конструкции, работающие при повторно-статических, длительных статических и вибрационных нагрузках, в том числе в условиях повышенных температур	КМ-1 Многоцикловое усталостное разрушение (Дискуссия) КМ-3 Прочность при длительном статическом нагружении (Дискуссия) КМ-4 Прочность деталей при статическом нагружении (Семинар)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. 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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: общие принципы оценки прочности конструкций, работающих в сложных эксплуатационных условиях	1.Как оценить прочность конструкций при переменных напряжениях
Знать: методы расчета на прочность деталей при повторно-статическом нагружении	1.Какие факторы влияют на усталостную прочность деталей
Знать: методы расчета на усталостную прочность деталей	1.Что такое явление усталостного разрушения металлов?
Знать: требования к исходным данным для выполнения прочностных расчетов и требования к нормативным запасам прочности	1.Как выглядит цикл напряжений и какими величинами он характеризуется?
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 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. 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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы расчета на прочность деталей при длительном статическом нагружении	1.Что такое выборочная оценка генеральной совокупности? 2.Что такое среднее квадратическое отклонение и дисперсия?
Уметь: строить расчётные схемы конструкций, создавать расчётные модели методом конечных элементов	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 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. 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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: общие принципы оценки прочности конструкций, работающих в сложных эксплуатационных условиях	1.Привести критерии длительной прочности при сложном напряженном состоянии
Знать: методы расчета на прочность деталей при длительном статическом нагружении	1.Какие факторы влияют на разрушение деталей по механизму длительной статической прочности? 2.Представить параметрические зависимости длительной прочности
Уметь: формировать требования к прочности и ресурсу конструкций на этапе проектирования	1.Как рассчитать запас прочности в условиях работы детали при повышенных температурах?
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?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. 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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: общие принципы оценки прочности конструкций, работающих в сложных эксплуатационных условиях	1.Какие виды механических разрушений Вы знаете?
Знать: методы расчета на прочность деталей при кратковременном статическом нагружении	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? 3.Какие граничные условия эквивалентны условию циклической симметрии? 4.Каким образом передается центробежная сила на деталь при решении задачи методом конечных элементов?
Уметь: строить расчётные схемы конструкций, создавать расчётные модели методом конечных элементов	1.Какие виды нелинейностей могут быть заданы в программном комплексе ANSYS?
Уметь: рассчитывать на прочность конструкции, работающие при повторно-статических, длительных статических и вибрационных нагрузках, в том числе в условиях повышенных температур	1.Каким образом проверить качество дискретизации модели в зоне концентрации напряжений?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: «зачтено»

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

Оценка: «не зачтено»

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

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: ИД-1_{ОПК-2} Способен провести оценку проектной документации объектов профессиональной деятельности в части соответствия требованиям нормативных документов, регламентирующих расчеты на прочность

Вопросы, задания

1. Какие общие принципы оценки прочности конструкций Вы знаете?
2. Приведите виды механического разрушения конструкций
3. Какие виды механического разрушения Вы знаете?

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. 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)

2. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ОПК-4} Способен разработать методику расчета объекта профессиональной деятельности и изложить ее в форме методического документа

Вопросы, задания

1. Какие типы механических испытаний выполняют для определения характеристик конструкционной прочности?
2. Продемонстрируйте схему анализа причин разрушения деталей
3. Расписать основы теории испытаний на растяжение. Какая связь между истинными и условными напряжениями и деформациями?
4. Расскажите об основных допущениях теории предельного равновесия
5. Как формируются требования к прочности и ресурсу конструкции, работающей под действием повторно-статических нагрузок?

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

3. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-1} Способен выполнять расчеты в профессиональных конечно-элементных программных комплексах

Вопросы, задания

1. Приведите примеры схематизации диаграмм деформирования
2. Какие методы определения предела выносливости конструкций применяются?
3. Как производится суммирование повреждений?
4. Какие критерии термоусталостного разрушения применяются?
5. Какие критерии длительной прочности при сложном напряженном состоянии применяются?
6. Как учитывается взаимное влияние длительной прочности и малоциклового усталости?

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

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

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 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

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.