

**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  
Механика композиционных материалов**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

|  |                                                    |                                |
|--|----------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                |
|  | Владелец                                           | Щугорев В.Н.                   |
|  | Идентификатор                                      | R8dff6a51-ShchugorevVN-369b8b4 |

(подпись)

В.Н.

Щугорев

(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-14 способностью проектировать машины и конструкции с учетом требований обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 Тест 1 «Механика композиционных материалов» (Тестирование)
2. КМ-2 Контрольная работа «Свойства армирующих элементов и матрицы» (Контрольная работа)
3. КМ-3 Контрольная работа «Применение правила смесей к композитам». (Контрольная работа)
4. КМ-3 Тест 2 «Механика композиционных материалов». (Тестирование)
5. КМ-4 Контрольная работа «Расчет элементов конструкций из композиционных материалов». (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

3 семестр

| Раздел дисциплины                             | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|
|                                               | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|                                               | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 12   | 16   |
| Введение в механику композиционных материалов |                                 |      |      |      |      |      |
| Введение в механику композиционных материалов |                                 | +    |      |      |      |      |
| Механика композитов                           |                                 |      |      |      |      |      |
| Механика композитов                           |                                 |      | +    |      |      |      |
| Расчет композитов методом конечных элементов  |                                 |      |      |      |      |      |
| Расчет композитов методом конечных элементов  |                                 |      |      | +    | +    |      |
| Механика разрушения композитов                |                                 |      |      |      |      |      |
| Механика разрушения композитов                |                                 |      |      |      |      | +    |

|                                              |    |    |      |      |    |
|----------------------------------------------|----|----|------|------|----|
| Вес КМ:                                      | 20 | 20 | 17,5 | 17,5 | 25 |
| \$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$ |    |    |      |      |    |

## 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-14              | ПК-14(Компетенция) | <p>Знать:</p> <p>Терминологию механики композиционных материалов, типы, строение и физико-механические свойства композиционных материалов, основы теории упругости анизотропных и слоистых сред.</p> <p>Математическую постановку и решение задачи об изгибе пластин и балок из композиционных материалов.</p> <p>Основы механики разрушения композитов.</p> <p>Уметь:</p> <p>Проводить анализ напряженно-деформированного состояния и рассчитывать на прочность элементы конструкций из композиционных</p> | <p>КМ-1 Тест 1 «Механика композиционных материалов» (Тестирование)</p> <p>КМ-2 Контрольная работа «Свойства армирующих элементов и матрицы» (Контрольная работа)</p> <p>КМ-3 Тест 2 «Механика композиционных материалов». (Тестирование)</p> <p>КМ-3 Контрольная работа «Применение правила смесей к композитам». (Контрольная работа)</p> <p>КМ-4 Контрольная работа «Расчет элементов конструкций из композиционных материалов». (Контрольная работа)</p> |

|  |  |                                                                  |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | материалов, в том числе с применением метода конечных элементов. |  |
|--|--|------------------------------------------------------------------|--|

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **КМ-1. КМ-1 Тест 1«Механика композиционных материалов»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тестирование

**Краткое содержание задания:**

Письменные ответы на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                           |                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Математическую постановку и решение задачи об изгибе пластин и балок из композиционных материалов. | 1.терминологию механики композиционных материалов, типы, строение и физико-механические свойства композиционных материалов, основы теории упругости анизотропных и слоистых сред |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**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-2. КМ-2 Контрольная работа «Свойства армирующих элементов и матрицы»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Краткое содержание задания:**

Письменные ответы на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                               |                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Основы механики разрушения композитов. | 1.терминологию механики композиционных материалов, типы, строение и физико-механические свойства композиционных материалов, основы теории упругости анизотропных и слоистых сред |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**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. КМ-3 Тест 2 «Механика композиционных материалов».**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 17,5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тестирование

**Краткое содержание задания:**

Письменные ответы на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Терминологию механики композиционных материалов, типы, строение и физико-механические свойства композиционных материалов, основы теории упругости анизотропных и слоистых сред. | 1.математическую постановку и решение задачи об изгибе пластин и балок из композиционных материалов, основы механики разрушения композитов |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**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. КМ-3 Контрольная работа «Применение правила смесей к композитам».**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 17,5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Краткое содержание задания:**

Письменные ответы на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: Терминологию механики композиционных материалов, типы, строение и физико-механические свойства композиционных материалов, основы теории упругости анизотропных и слоистых сред. | 1.математическую постановку и решение задачи об изгибе пластин и балок из композиционных материалов, основы механики разрушения композитов |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**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-5. КМ-4 Контрольная работа «Расчет элементов конструкций из композиционных материалов».**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Краткое содержание задания:**

Письменные ответы на вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: Проводить анализ напряженно-деформированного состояния и рассчитывать на прочность элементы конструкций из композиционных материалов, в том числе с применением метода конечных элементов. | 1.проводить анализ напряженно-деформированного состояния и рассчитывать на прочность элементы конструкций из композиционных материалов, в том числе с применением метода конечных элементов |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**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: Экзамен

Пример билета

|                                                                                                                                          |                                                    |                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>МЭИ</b>                                                                                                                               | <b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1</b>                    | <i>Утверждено:<br/>Зав. кафедрой</i> |
|                                                                                                                                          | Кафедра <u>РМДПМ</u>                               |                                      |
|                                                                                                                                          | Дисциплина <u>Механика композитных материалов.</u> |                                      |
|                                                                                                                                          | Институт <u>Энергомашиностроения и механики</u>    |                                      |
|                                                                                                                                          |                                                    | <i>с. в. 2018 г.</i>                 |
| <p>1. Аналитическая механика разрушения.<br/>2. Теоретические основы упрочнения материалов волокнами. Классификация армированных КМ.</p> |                                                    |                                      |

## Процедура проведения

Проводится в письменной/устной форме по билетам в виде тестирования/подготовки и изложения развернутого ответа. Время на выполнение экзаменационного задания/подготовку ответа - 90 минут

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

### **1. Компетенция/Индикатор: ПК-14(Компетенция)**

#### **Вопросы, задания**

- 1.1. Аналитическая механика разрушения.
2. Особенности разрушения композитов.
3. Стохастические модели разрушения и масштабный эффект прочности.
4. Накопление микрповреждений в волокнистых композитах.
5. Зарождение и рост поперечных микроскопических трещин в однонаправленных слоистых композитах.
6. Межслойное разрушение композитов.
7. Устойчивость дефектов типа расслоений.
8. Рост дефектов типа расслоений.
9. Теоретические основы упрочнения материалов волокнами. Классификация армированных КМ.
10. Требования, предъявляемые к волокнам и матрице. Закон Гука для анизотропных тел. Модули упругости однонаправленных армированных КМ.
11. Прочность однонаправленных КМ с непрерывными волокнами в направлении армирования. Влияние ориентации волокон на прочность однонаправленных КМ при растяжении.
12. Прочность при растяжении КМ, армированных дискретными волокнами.
13. Распределение напряжений по длине волокон. Статистическая модель разрушения КМ.

14. Прочность композитов при сжатии . Вязкость разрушения КМ.
15. Методы получения и свойства армирующих волокон. Нитевидные кристаллы, металлические проволоки. Керамические непрерывные волокна. Углеродные, борные и карбидокремниевые волокна. Виды армирующих элементов.
16. Металлические композиционные материалы (МКМ). Матричные материалы. Способы получения МКМ. Взаимодействие волокна и матрицы в МКМ. Свойства МКМ. Области применения МКМ.
17. Полимерные и керамические композитные материалы. Полимерные связующие. Технология получения изделий из ПКМ. Техника безопасности при работе с ПКМ. Свойства армированных ПКМ. Керамические композитные материалы ККМ.
18. Дисперсно-упрочненные сплавы. Принцип создания ДС. Выбор матрицы и упрочняющей фазы. Механизм упрочнения дисперсными частицами. Получение смесей порошков. Получение изделий из ДС. Свойства ДС.
19. Методы статических испытаний композитов.
20. Основные особенности свойств композитов.
21. Образцы для испытаний композитных материалов.
22. Растяжение плоских образцов.
23. Сжатие плоских образцов.
24. Сдвиг образцов.
25. Изгиб полимерных образцов.
26. Тарировочная функция, тарировочный полином.
27. Чистый изгиб.
28. Классификация композитов.
29. Микромеханика разрушения композитных материалов. Общие сведения.
30. Механизм передачи нагрузки через поверхность раздела.
31. Влияние микромеханических качеств на вязкость разрушения.
32. Общий баланс энергии при разрушении.
33. Линейная и нелинейная механика разрушения.

## **Материалы для проверки остаточных знаний**

- 1.Рост дефектов типа расслоений.
- 2.Методы статических испытаний композитов.
- 3.Изгиб полимерных образцов.
- 4.Чистый изгиб.
- 5.Основные особенности свойств композитов.

## **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***