

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**Код модуля**  
М.1.11

**Модуль**  
Материаловедение композиционных материалов

**Екатеринбург, 2020**

Оценочные материалы по модулю составлены авторами:

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Илларионов Анатолий Геннадьевич	Кандидат технических наук, доцент	доцент	Кафедра термообработки и физики металлов

Руководитель модуля



А.Г. Илларионов

Согласовано:

Управление образовательных программ



Р. Х. Токарева

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ МОДУЛЯ Материаловедение композиционных материалов

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах и часах	Форма итоговой промежуточной аттестации по дисциплинам модуля и в целом по модулю
1.	Материаловедение композиционных материалов	5 з.е. / 180 час	экзамен
ИТОГО по модулю:		5 з.е. / 180 час	

## 2. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО МОДУЛЮ

### 2.1. Проект по модулю

Не предусмотрено

### 2.2. Интегрированный экзамен по модулю

Экзамен проходит в письменной форме. Вопросы к экзамену выдаются после прохождения студентами курса лекций и лабораторного практикума. На консультации перед экзаменом поясняются студентам непонятые ими вопросы. Билет обычно содержит два теоретических вопроса и один практический. Критерии оценивания приведены ниже, как и получение общего балла за экзамен и дисциплину в целом с учетом успешности сдачи студентами контрольных мероприятий в течение семестра.

#### Перечень примерных теоретических вопросов для интегрированного экзамена по модулю

1. Композиционные материалы (КМ) - понятие, отличительные особенности, строение, классификации по материалу матриц, видам армирования и др.
2. Дисперсноупрочненные композиционные материалы (ДУКМ) на металлической основе, характеристика, принципы упрочнения, способы получения
3. Волокнистые композиционные материалы на металлической основе, материал матриц и наполнителя, их характеристики, влияние расположения волокна,
4. Расчет свойств для волокнистых композиционных материалов (ВКМ)
5. Прочность сцепления волокна с матрицей, пути повышения.
6. Виды металлических волокон, используемых для ВКМ, их характеристика.
7. Виды неметаллических волокон, используемых для ВКМ, их характеристика.
8. Краткая характеристика ВКМ на неметаллической основе: достоинства и недостатки, виды матриц.
9. Факторы, влияющие на свойства КМ на полимерной основе: прочность сцепления, материал матрицы.
10. Стекловолокниты, карбоволокниты, их характеристика.
11. Бороволокниты, органо-волокниты, их характеристика.
12. Классификация металлических матриц для КМ
13. Алюминиевая матрица, структура, свойства, примеси.
14. Основные легирующие элементы в алюминиевой матрице, их характеристика.
15. Виды термической обработки алюминиевых матриц. Характеристика операций отжига.

16. Упрочняющая термическая обработка алюминиевых матриц, их характеристика.
17. Характеристика ДУКМ на алюминиевой основе – САП и САС.
18. Матрицы на медной основе: латуни, бронзы: структура, примеси, виды сплавов.
19. ДУКМ на основе меди, их характеристика
20. Матрицы на никелевой основе, характеристика, классификация
21. КМ на основе никеля.
22. Матрицы на титановой основе: структура, свойства,
23. КМ на основе титана.
24. Понятие эвтектических КМ (ЭКМ), принципы формирования, методы получения.
25. Характеристика ЭКМ на основе алюминия, никеля, кобальта, тантала, ниобия и их сплавов

### **Примеры практических вопросов при приеме экзамена:**

1. Обосновать как меняются прочностные свойства одноосноармированного волокнистого композиционного материала с увеличением угла отклонения направления прилагаемой нагрузки от направления армирования композита.
2. Определить какова величина упрочнения ДУКМ на основе меди, упрочненной дисперсными частицами оксида алюминия  $Al_2O_3$  равномерно распределенного в медной матрице, если известно, что свободное расстояние между частицами  $Al_2O_3$  составляет 50 нм, модуль сдвига меди равен 15 ГПа, а вектор Бюргерса в решетке меди 0,25 нм.
3. Указать и обосновать с каких минимальных температур, относительно температуры плавления ( $T_{пл}$ ), целесообразно использовать ДУКМ на основе меди по сравнению с дисперсионно-твердеющими сплавами на той же основе
4. Определить какую расчетную величину может иметь модуль упругости ( $E$ ) одноосноармированного ВКМ на основе алюминия, армированного борным волокном ( $B$ ) с объемной долей последнего 40%, если  $E_{Al}=70$  ГПа,  $E_B=300$  ГПа.
5. Определить какую величину может иметь прочность одноосноармированного ВКМ на основе титана, армированного карбидом кремния ( $SiC$ ) с объемной долей последнего 50%, если  $\sigma_{Ti}=650$  МПа,  $\sigma_{SiC}=3700$  МПа.
6. Даны четыре вида металлических матриц – Al, Cu, Ti, Ni. Расположите их по порядку таким образом, чтобы в композите с одним типом наполнителя первая композиция давала максимальную электропроводность, вторая – максимальную коррозионную стойкость, третья – минимальную температуру работы, четвертая – максимальную температуру работы. Поясните предложенный порядок.
7. Даны два вида матриц – металлическая и полимерная. Укажите какие недостатки с точки зрения эксплуатационных свойств имеет полимерная матрица по отношению к металлической.
8. Даны два алюминиевых сплава в качестве основы для получения композита с наполнителем из борного волокна - сплав АК12 и АМц. Композит может быть получен либо методом диффузионной сварки, либо методом кристаллизации матрицы из расплава. Обоснуйте наиболее оптимальный способ получения композита для предложенных сплавов.
9. Даны три вида металлических волокон – проволоки из нержавеющей стали, бериллия (Be), молибдена (Mo). Расположите указанные виды материала волокон в таком порядке, чтобы в композите с однотипными наполнителями и одинаковой их объемной долей обеспечивались наиболее высокая: удельная жесткость (1-й композит), температура работы (2-й композит); технологичность в изготовлении (3-й композит). Объясните Ваш выбор.
10. Укажите какой из способов получения – прокатка, волочение, направленная кристаллизация из расплава, осаждение из газовой фазы, литье в кокиль – необходимо использовать при получении ЭКМ. Обоснуйте ваш выбор.

11. Обосновать как меняются прочностные свойства одноосноармированного волокнистого композиционного материала с уменьшением угла отклонения направления прилагаемой нагрузки от направления армирования композита.
12. Рассчитать величину упрочнения ДУКМ на основе меди, упрочненной дисперсными частицами оксида бериллия BeO равномерно распределенного в медной матрице, если известно, что свободное расстояние между частицами BeO составляет 15 нм, модуль сдвига меди равен 15 ГПа, а вектор Бюргерса в решетке меди 0,25 нм.
13. Обосновать ниже каких температур, относительно температуры плавления ( $T_{пл}$ ), нецелесообразно использовать ДУКМ на основе меди по сравнению с дисперсионно-твердеющими сплавами на той же основе
14. Определить какую расчетную величину может иметь модуль упругости ( $E$ ) одноосноармированного ВКМ на основе титана, армированного борным волокном ( $B$ ) с объемной долей последнего 50%, если  $E_{Ti}=100$  ГПа,  $E_B=300$  ГПа.
15. Оценить какую величину может иметь прочность одноосноармированного ВКМ на основе алюминия, армированного карбидом кремния ( $SiC$ ) с объемной долей последнего 40%, если  $\sigma_{Al}=100$  МПа,  $\sigma_{SiC}=3700$  МПа.
16. Даны четыре вида металлических матриц – Al, Cu, Ti, Ni. Расположите их по порядку таким образом, чтобы в композите с одним типом наполнителя первая композиция давала максимальную коррозионную стойкость, вторая – максимальную электропроводность, третья – максимальную, а четвертая – минимальную рабочую температуру работы. Обоснуйте предложенный порядок
17. Даны два вида матриц – металлическая и полимерная. Укажите какие достоинства с точки зрения эксплуатационных свойств имеет полимерная матрица по отношению к металлической.
18. Даны два алюминиевых сплава в качестве основы для получения композита с наполнителем из борного волокна - сплав АМг3 и АК9. Композит может быть получен либо методом сварки взрывом, либо методом кристаллизации матрицы из расплава. Укажите и обоснуйте какой из способов предпочтительнее для каждого из сплава.
19. Даны три вида металлических волокон – проволоки из нержавеющей стали, бериллия (Be), вольфрама (W). Расположите указанные виды материала волокон в таком порядке, чтобы в композите с однотипными наполнителями и одинаковой их объемной долей обеспечивались наиболее высокая: технологичность в изготовлении (1-й композит), температура работы (2-й композит); удельная жесткость (3-й композит). Обоснуйте ваш ответ
20. Укажите какой из способов получения – порошковая металлургия, осаждение из газовой фазы, литье в кокиль, направленная кристаллизация из расплава используется для ДУКМ. Обоснуйте Ваш ответ.

### Раздел 3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Материаловедение композиционных материалов

Модуль М.1.11 Материаловедение композиционных материалов

Оценочные материалы составлены автором:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Илларионов Анатолий Геннадьевич	Кандидат технических наук, доцент	доцент	Кафедра термообработки и физики металлов

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Материаловедение композиционных материалов

Таблица 1

Код и наименование компетенций, формируемые с участием дисциплины	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2
<p>УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p> <p>ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p> <p>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p> <p>ПК-1 - Способен создавать новые конструкционные материалы с заданным комплексом свойств для конкретных изделий с учетом рационального расходования основных и вспомогательных материалов и экологических последствий применения</p> <p>ПК-2 - Способен планировать, разрабатывать и осуществлять экспериментальные исследования конструкционных материалов, анализировать и обрабатывать их результаты, формулировать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям</p>	<p><i>Знания:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Современные проблемы теоретического и прикладного материаловедения композиционных материалов и технологии их получения применительно к различным областям техники и технологии;</li> <li>- Физико-механические свойства основных компонентов, входящих в композиционные материалы, способы управления ими.</li> <li>- Теоретические и практические наработки по реализации высокоэффективных процессов производства и обработки композиционных материалов различных типов;</li> </ul> <p><i>Умения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Самостоятельно оценивать необходимость и перспективность того или иного композиционного материала и технологического процесса его получения при заданных условиях его эксплуатации;</li> <li>- Обосновано выбирать для композиционные материалы для использования их в различных областях науки и техники, учитывая химический состав, структурное состояние, комплекс физико-механических и химических свойств;</li> <li>- Проводить всесторонний анализ результатов, полученных в ходе разработанных инновационных технологий получения и обработки композиционных материалов со специальными свойствами.</li> </ul> <p><i>Иметь опыт/владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Современными методами анализа структуры и определения физико-механических свойств композиционных материалов;</li> <li>- Навыками инженерных и теоретических расчётов, связанных с проектированием композиционных материалов и технологических процессов их получения и обработки;</li> <li>- Навыками самостоятельного выбора композиционных материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий.</li> </ul> <p><i>Личностные качества:</i></p> <p>Демонстрировать ответственное отношение к выполнению заданий по освоению указанных компетенции.</p>

## 2. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ, ВКЛЮЧАЯ МЕРОПРИЯТИЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

### 2.1. Распределение объема времени по видам учебной работы

Таблица 2

№ п/п	Наименование дисциплины модуля	Объем времени, отведенный на освоение дисциплины модуля <i>[указывается в соответствии с учебным планом]</i>								
		Аудиторные занятия, час.				Промежуточная аттестация (форма итогового контроля /час.)	Контактная работа (час.)	Самостоятельная работа студента, включая текущую аттестацию (час.)	Всего по дисциплине	
		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего				Час.	Зач. ед.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Материаловедение композиционных материалов	18	-	36	54	18	72	108	180	5
<b>Всего на освоение дисциплины модуля (час.)</b>									180	5
<b>Итого по модулю:</b>									180	5

### 2.2. Виды СРС, количество и объем времени на контрольно-оценочные мероприятия СРС по дисциплине

Контрольно-оценочные мероприятия СРС включают самостоятельное изучение материала, подготовку к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля, выполнение и оформление внеаудиторных мероприятий текущего контроля и подготовку к мероприятиям промежуточного контроля.

Таблица 3

№ п/п	Вид самостоятельной работы студента по дисциплине модуля	Количество контрольно-оценочных мероприятий СРС	Объем контрольно-оценочных мероприятий СРС (час.)
1	Подготовка к лекциям по дисциплине	9	18
2	Подготовка и написание отчета к лабораторным работам	6	72
3	Выполнение домашней работы	3	12
4	Подготовка и написание реферата	1	6
<b>Итого на СРС по дисциплине:</b>			<b>108</b>



### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,3</b>		
Текущая аттестация на лекциях	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Домашняя работа №1</i>	<i>3 сем., 3-я неделя</i>	<i>20</i>
<i>Домашняя работа №2</i>	<i>3 сем., 5-я неделя</i>	<i>25</i>
<i>Домашняя работа №3</i>	<i>3 сем., 7-я неделя</i>	<i>25</i>
<i>реферат</i>	<i>3 сем., 9-я неделя</i>	<i>30</i>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 1,0</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – не предусмотрено		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,0</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,0</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,0</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,0</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,7</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>Лабораторная работа 1 (отчет)</i>	<i>3 сем., 10 неделя</i>	<i>15</i>
<i>Лабораторная работа 2 (отчет)</i>	<i>3 сем., 11 неделя</i>	<i>15</i>
<i>Лабораторная работа 3 (отчет)</i>	<i>3 сем., 12 неделя</i>	<i>15</i>
<i>Лабораторная работа 4 (отчет)</i>	<i>3 сем., 13 неделя</i>	<i>15</i>
<i>Лабораторная работа 5 (отчет)</i>	<i>3 сем., 14 неделя</i>	<i>20</i>
<i>Лабораторная работа 6 (отчет)</i>	<i>3 сем., 16 неделя</i>	<i>20</i>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 0,5</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям - экзамен		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0,5</b>		

#### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта 0,0</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – 0,0 – не предусмотрено</b>		

#### 3.3. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

<b>Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина</b>	<b>Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре</b>
Семестр 3	1,0

#### 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

##### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Личностные качества	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2. Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

##### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)

2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

Задания по контрольно-оценочным мероприятиям в рамках текущей и промежуточной аттестации должны обеспечивать освоение результатов обучения (индикаторов) и предметного содержания дисциплины на соответствующем уровне.

### 5.1. Описание контрольно-оценочных мероприятий текущего контроля по дисциплине модуля

*[Перечень оценочных средств указывается в соответствии с табл.2 и табл.3].*

#### 5.1.1. Практические занятия

*«не предусмотрено»*

#### 6.1.2. Лабораторные занятия

Номер работы	Примерный перечень тем лабораторных работ
1	Сравнительная оценка термической стабильности дуралюмина и САП
2	Определение величины упрочнения в дисперсно-упрочненных композиционных материалах по параметрам микроструктуры
3	Определение объемной доли упрочнителя в композиционном материале.
4	Определение прочностных характеристик волокнистых композиционных материалов
5	Упрочняющая термическая обработка матрицы на основе алюминиевых сплавов.
6	Определение прочности сцепления материала волокна с матрицей методом микроиндентирования.

**Требования к выполнению лабораторной работы или защите отчета, структура отчета:**

Отчет по лабораторной работе должен включать следующее:

1. Титульный лист с названием работы.

2. Цель работы.
3. Теоретическую часть.
4. Описание материала и методики проведения работы.
5. Результаты работы (рисунки, таблицы, графики).
6. Обсуждение результатов работы.
7. Выводы по работе.

### **5.1.3. Курсовая работа / Курсовой проект** *«не предусмотрено»*

### **5.1.4. Контрольная работа** *«не предусмотрено»*

### **5.1.5. Домашняя работа**

**Примерная тематика** домашних работ:

- 1) Дисперсноупрочненные композиционные материалы на металлической основе – выбор и получение.
- 2) Волокнистые композиционные материалы – свойства и получение
- 3) Эвтектические композиционные материалы – выбор и применение

**Примерные задания** в составе домашних работ:

Работа №1: Предложить материал матрицы и упрочнителя, обосновать метод получения ДУКМ исходя из заданных преподавателем условий работы и требуемого комплекса свойств.

Работа №2: Провести оценочный расчет физических и механических свойств волокнистых композиционных материалов заданного преподавателем состава и обосновать наиболее технологичный метод их получения.

Работа №3: Осуществить выбор состава, обосновать способ получения и предложить возможные области применения ЭКМ, исходя из предложенной преподавателем диаграммы состояния на базе которой разрабатывается композит.

### **5.1.6. Расчетная работа / Расчетно-графическая работа** *«не предусмотрено»*

### **5.1.7. Реферат**

**Примерный перечень** тем рефератов

- Характеристика ЭКМ на основе алюминия и его сплавов.
- Характеристика ЭКМ на основе никеля и его сплавов.
- Характеристика ЭКМ на основе кобальта и его сплавов.
- Характеристика ЭКМ на основе тантала и его сплавов.
- Характеристика ЭКМ на основе ниобия и его сплавов.
- Методы получения ЭКМ.

**Примерные задания** по подготовке рефератов

Содержание реферата должно включать преимущественно следующие разделы:

1. Назначение материала
2. Описание структуры материала на всех размерных уровнях с демонстрацией того, как структура обеспечивает необходимый (заданный) уровень функциональных (главным образом, физических) свойств

3. Основные физико-механические свойства материала.
  4. Основные технологические схемы производства материала.
  5. Рекомендации по оптимизации структуры материала, и, соответственно, его свойств, а также предложения по изменениям в технологии производства материала.
  6. Заключение
  7. Список использованной литературы
- К тексту реферата должна быть подготовлена презентация.

#### **5.1.8. Проектная работа**

*«не предусмотрено»*

#### **5.1.9. Деловая (ролевая) игра / Дебаты / Дискуссия / Круглый стол**

*«не предусмотрено»*

#### **5.1.10. Кейс-анализ**

*«не предусмотрено»*

### **5.2. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля**

#### **5.2.1. Экзамен /зачет в форме независимого тестового контроля**

НТК по дисциплине модуля не проводится.

#### **5.2.2. Экзамен в традиционной форме: письменные ответы на вопросы экзаменационных билетов:**

*список примерных теоретических вопросов*

1. Композиционные материалы (КМ) - понятие, отличительные особенности, строение, классификации по материалу матриц, видам армирования и др.
2. Дисперсноупрочненные композиционные материалы (ДУКМ) на металлической основе, характеристика, принципы упрочнения, способы получения
3. Волокнистые композиционные материалы на металлической основе, материал матриц и наполнителя, их характеристики, влияние расположения волокна,
4. Расчет свойств для волокнистых композиционных материалов (ВКМ)
5. Прочность сцепления волокна с матрицей, пути повышения.
6. Виды металлических волокон, используемых для ВКМ, их характеристика.
7. Виды неметаллических волокон, используемых для ВКМ, их характеристика.
8. Краткая характеристика ВКМ на неметаллической основе: достоинства и недостатки, виды матриц.
9. Факторы, влияющие на свойства КМ на полимерной основе: прочность сцепления, материал матрицы.
10. Стекловолокниты, карбоволокниты, их характеристика.
11. Бороволокниты, органоволокниты, их характеристика.
12. Классификация металлических матриц для КМ
13. Алюминиевая матрица, структура, свойства, примеси.
14. Основные легирующие элементы в алюминиевой матрице, их характеристика.
15. Виды термической обработки алюминиевых матриц. Характеристика операций отжига.
16. Упрочняющая термическая обработка алюминиевых матриц, их характеристика.

17. Характеристика ДУКМ на алюминиевой основе – САП и САС.
18. Матрицы на медной основе: латуни, бронзы: структура, примеси, виды сплавов.
19. ДУКМ на основе меди, их характеристика
20. Матрицы на никелевой основе, характеристика, классификация
21. КМ на основе никеля.
22. Матрицы на титановой основе: структура, свойства,
23. КМ на основе титана.
24. Понятие эвтектических КМ (ЭКМ), принципы формирования, методы получения.
25. Характеристика ЭКМ на основе алюминия, никеля, кобальта, тантала, ниобия и их сплавов

*Примерный список практических вопросов экзамена:*

1. Обосновать как меняются прочностные свойства одноосноармированного волокнистого композиционного материала с увеличением угла отклонения направления прикладываемой нагрузки от направления армирования композита.
2. Определить какова величина упрочнения ДУКМ на основе меди, упрочненной дисперсными частицами оксида алюминия  $Al_2O_3$  равномерно распределенного в медной матрице, если известно, что свободное расстояние между частицами  $Al_2O_3$  составляет 50 нм, модуль сдвига меди равен 15 ГПа, а вектор Бюргерса в решетке меди 0,25 нм.
3. Указать и обосновать с каких минимальных температур, относительно температуры плавления ( $T_{пл}$ ), целесообразно использовать ДУКМ на основе меди по сравнению с дисперсионно-твердеющими сплавами на той же основе
4. Определить какую расчетную величину может иметь модуль упругости ( $E$ ) одноосноармированного ВКМ на основе алюминия, армированного борным волокном ( $B$ ) с объемной долей последнего 40%, если  $E_{Al}=70$  ГПа,  $E_B=300$  ГПа.
5. Определить какую величину может иметь прочность одноосноармированного ВКМ на основе титана, армированного карбидом кремния ( $SiC$ ) с объемной долей последнего 50%, если  $\sigma_{Ti}=650$  МПа,  $\sigma_{SiC}=3700$  МПа.
6. Даны четыре вида металлических матриц – Al, Cu, Ti, Ni. Расположите их по порядку таким образом, чтобы в композите с одним типом наполнителя первая композиция давала максимальную электропроводность, вторая – максимальную коррозионную стойкость, третья – минимальную температуру работы, четвертая – максимальную температуру работы. Поясните предложенный порядок.
7. Даны два вида матриц – металлическая и полимерная. Укажите какие недостатки с точки зрения эксплуатационных свойств имеет полимерная матрица по отношению к металлической.
8. Даны два алюминиевых сплава в качестве основы для получения композита с наполнителем из борного волокна - сплав АК12 и АМц. Композит может быть получен либо методом диффузионной сварки, либо методом кристаллизации матрицы из расплава. Обоснуйте наиболее оптимальный способ получения композита для предложенных сплавов.
9. Даны три вида металлических волокон – проволоки из нержавеющей стали, бериллия (Be), молибдена (Mo). Расположите указанные виды материала волокон в таком порядке, чтобы в композите с однотипными наполнителями и одинаковой их объемной долей обеспечивались наиболее высокая: удельная жесткость (1-й композит), температура работы (2-й композит); технологичность в изготовлении (3-й композит). Объясните Ваш выбор.
10. Укажите какой из способов получения – прокатка, волочение, направленная кристаллизация из расплава, осаждение из газовой фазы, литье в кокиль – необходимо использовать при получении ЭКМ. Обоснуйте ваш выбор.
11. Обосновать как меняются прочностные свойства одноосноармированного волокнистого композиционного материала с уменьшением угла отклонения направления прикладываемой нагрузки от направления армирования композита.

12. Рассчитать величину упрочнения ДУКМ на основе меди, упрочненной дисперсными частицами оксида бериллия  $\text{BeO}$  равномерно распределенного в медной матрице, если известно, что свободное расстояние между частицами  $\text{BeO}$  составляет 15 нм, модуль сдвига меди равен 15 ГПа, а вектор Бюргерса в решетке меди 0,25 нм.
13. Обосновать ниже каких температур, относительно температуры плавления ( $T_{\text{пл}}$ ), нецелесообразно использовать ДУКМ на основе меди по сравнению с дисперсионно-твердеющими сплавами на той же основе
14. Определить какую расчетную величину может иметь модуль упругости ( $E$ ) одноосноармированного ВКМ на основе титана, армированного борным волокном ( $B$ ) с объемной долей последнего 50%, если  $E_{\text{Ti}}=100\text{ГПа}$ ,  $E_{\text{B}}=300\text{ГПа}$ .
15. Оценить какую величину может иметь прочность одноосноармированного ВКМ на основе алюминия, армированного карбидом кремния ( $\text{SiC}$ ) с объемной долей последнего 40%, если  $\sigma_{\text{Al}}=100\text{МПа}$ ,  $\sigma_{\text{SiC}}=3700\text{МПа}$ .
16. Даны четыре вида металлических матриц – Al, Cu, Ti, Ni. Расположите их по порядку таким образом, чтобы в композите с одним типом наполнителя первая композиция давала максимальную коррозионную стойкость, вторая – максимальную электропроводность, третья – максимальную, а четвертая – минимальную рабочую температуру работы. Обоснуйте предложенный порядок
17. Даны два вида матриц – металлическая и полимерная. Укажите какие достоинства с точки зрения эксплуатационных свойств имеет полимерная матрица по отношению к металлической.
18. Даны два алюминиевых сплава в качестве основы для получения композита с наполнителем из борного волокна - сплав АМг3 и АК9. Композит может быть получен либо методом сварки взрывом, либо методом кристаллизации матрицы из расплава. Укажите и обоснуйте какой из способов предпочтительнее для каждого из сплава.
19. Даны три вида металлических волокон – проволоки из нержавеющей стали, бериллия (Be), вольфрама (W). Расположите указанные виды материала волокон в таком порядке, чтобы в композите с однотипными наполнителями и одинаковой их объемной долей обеспечивались наиболее высокая: технологичность в изготовлении (1-й композит), температура работы (2-й композит); удельная жесткость (3-й композит). Обоснуйте ваш ответ
20. Укажите какой из способов получения – порошковая металлургия, осаждение из газовой фазы, литье в кокиль, направленная кристаллизация из расплава используется для ДУКМ. Обоснуйте Ваш ответ.

**Виды и краткая характеристика контрольно-оценочных мероприятий для оценивания достижения результатов обучения с использованием индикаторов**

**1. Виды контрольно-оценочных мероприятий:**

**2.1. Виды аудиторных мероприятий текущего контроля:**

1. Контрольная работа в разных формах (тестирование, диктант, решение задач и др.);
2. Лабораторная работа;
3. Коллоквиум;
4. Практическая работа в разных формах (анализ ситуаций, деловая и/или ролевая игра, тренинг, дискуссии, дебаты, диспуты, круглый стол и др.);
5. Семинар (научно-практический, научно-исследовательский, семинар-конференция и др.);
6. Собеседование/устный опрос;
7. Электронный практикум, презентация, виртуальная лабораторная работа; видеоконференция и др.

**2.2. Виды внеаудиторных мероприятий текущего контроля:**

1. Контрольная работа в разных формах (тестирование, диктант, решение задач и др.);
2. Лабораторная работа;
3. Коллоквиум;
4. Практическая работа в разных формах (анализ ситуаций, деловая и/или ролевая игра, тренинг, дискуссии, дебаты, диспуты, круглый стол и др.);
5. Семинар (научно-практический, научно-исследовательский, семинар-конференция и др.);
6. Собеседование/устный опрос;
7. Электронный практикум, презентация, виртуальная лабораторная работа; видеоконференция и др.

**2.3. Виды мероприятий промежуточного контроля:**

1. Зачет;
2. Экзамен в разных формах (интегрированный экзамен по модулю, традиционные: письменные, устные и т.д.);
3. Курсовая работа (защита);
4. Курсовой проект (защита);
5. Проект по модулю (защита);
6. Защита проекта (проектное обучение).

**2. Краткая характеристика контрольно-оценочных мероприятий текущего контроля**

Дебаты/дискуссия /круглый стол	<i>Средство проверки закрепления полученных ранее знаний, умения решать проблемы, отстаивать собственные позиции, овладения культурой ведения дискуссии.</i>
Деловая (ролевая) игра (моделирование)	<i>Средство проверки уровня сформированности и развития умений принимать решения, экспериментировать с принятием решений, оценивать риски и последствия в заданных ситуациях, поиска стратегий решения проблемы.</i>
Задача/домашнее задание/домашняя работа	<i>Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу</i>
Контрольная	<i>Одна из форм оценивания промежуточных результатов обучения по теме или разделу</i>



работа	<p>дисциплины, форма систематизации знаний, повторения и закрепление содержания учебного материала.</p> <p>Промежуточная К.Р. – форма проверки усвоения содержания темы в период ее изучения;</p> <p>Итоговая К.Р. – проверка усвоения знаний по отдельной теме, разделу после завершения ее изучения;</p> <p>Домашняя К.Р. – дается 1-2 раза в учебном году, обучающиеся не ограничены во времени, могут использовать любые источники получения информации, консультироваться с преподавателем. Как правило домашняя К.Р. проводится по вариантам, которые могут включать теоретические вопросы и практические задания.</p> <p>Различают К. р. классные и домашние, текущие и экзаменационные, письменные, графические, практические; фронтальные и индивидуальные.</p>
Исследовательская работа/доклад/сообщение	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление с презентацией полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской и научной темы
Кейс-анализ (ситуационное задание)	Средство проверки, закрепления и развития практических знаний и умений в процессе осмысления, обсуждения и решения на учебном занятии реальной профессиональной проблемы или действующей модели ситуации. Используется в основном для проверки уровня освоения профессиональных компетенций.
Коллоквиум /семинар/ собеседование	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде беседы преподавателя с обучающимися
Расчётно-графическая работа / Расчетная работа	Способ формирования, развития и проверки способности студентов проводить самостоятельное исследование, которое создано на обосновании теоретического материала по основным темам курса и умений практического выполнения технико-экономических расчетов.
Проектное задание/проектная работа	Способ организовать деятельность студентов, направленную на поиск решения практической или теоретически значимой проблемы, выявить, закрепить или развить практические знания и опыт самоорганизации, необходимые в будущей профессиональной деятельности
Реферат	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно- исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на неё
Эссе	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме.
Творческое задание	Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, владения интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся
Практическая работа / лабораторная работа	Средство, направленное на изучение практического хода тех или иных процессов, исследование явления в рамках заданной темы с применением методов, освоенных на лекциях, сопоставление полученных результатов с теоретическими концепциями, осуществление интерпретации полученных результатов, оценивание применимости полученных результатов на практике.