

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Оценочные материалы по дисциплине

**Конструкционные и функциональные волокнистые композиты**

по направлению подготовки

**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Промышленная и специальная робототехника**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер, инженер-разработчик**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Е.И. Борзенко

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2024

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных и общеинженерных дисциплин, применять методы математического моделирования, теоретических и экспериментальных исследований

ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии

ПК-1 Способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники

ПК-2 Способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования

ПК-3 Способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.1 Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы

РООПК-1.2 Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

РООПК-2.1 Знает методику выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и методику привлечения физико-математического аппарата и современные компьютерные технологии для их решения

РООПК-2.2 Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии

РОПК 1.1 Знает основные законы, описывающие функционирование проектируемых объектов.

РОПК 1.2 Умеет использовать стандартные пакеты прикладных программ для выполнения математического моделирования.

РОПК 2.1 Знает алгоритмические языки программирования

РОПК 2.2 Умеет разрабатывать программное обеспечение для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования.

РОПК 3.1 Знает основы математического моделирования мехатронных и робототехнических систем.

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- контрольные опросы;
- результаты выполнения практических работ по освоению специализированного программного обеспечения;
- материалы отчета по лабораторному вычислительному практикуму.

**Контрольный опрос** (проводится в форме подготовки краткого письменного ответа на вопросы по темам отдельных лекционных занятий, реализуется с

использованием возможностей системы “iDO” <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=22389>, нацелен на контроль достижения показателей РООПК-1.1, РООПК-2.1, РОПК 1.1.

Примеры контрольных вопросов:

1. Каковы, по Вашему мнению, достоинства композиционных материалов по сравнению с традиционными конструкционными материалами (металлами, пластиками и т.п.)?
2. Какие причины, по Вашему мнению, могут препятствовать применению композитов при создании новых образцов техники?
3. Какова Ваша оценка перспективности использования полимеров из группы ненасыщенных полиэфирных смол в качестве матричных материалов при создании композитных элементов конструкций для работы в условиях воздействия высокотемпературных газовых потоков (~3500 С, ~3500 м/с). Обоснуйте.
4. Предложите наиболее эффективную, по Вашему мнению, технологию создания композитных весел для спортивных лодок. Обоснуйте Ваш выбор.
5. Перечислите три наиболее типичных, по Вашему мнению, свойства полимеров, наличие которых позволяет использовать их при производстве композитов
6. Как Вы считаете, на что (какие свойства, особенности и т.д.) следует обращать внимание при выборе конкретных марок полимеров при разработке технологий производства новых композитных материалов?
7. Сформулируйте перечень условий, при которых становится выгодным использование металла в качестве матричного материала
8. Какие меры можно предпринять для сохранения структуры армирования при создании композита с металлической матрицей?
9. Дайте оценку возможности использования стекловолокон в сочетании с матричными материалами разных типов (полимерные, металлические, керамические). Обоснуйте свое мнение.
10. Назовите качества стекловолокон, которые могут послужить препятствием для использования их в качестве армирующего материала при производстве композитов.
11. Оцените перспективы использования высокомодульных волокон для создания композитов с изотропными свойствами. Обоснуйте свой ответ
12. В чем разница между углеродными и графитовыми волокнами? Что общего между углеродными и графитовыми волокнами?
13. Каковы основные причины создания многонаправленных композитных материалов
14. Какие проблемы, по Вашему мнению, могут возникать при производстве многонаправленных композитов
15. Перечислите основные проблемы, возникающие при уплотнении объемных каркасов

Проверка ответов выполняется преподавателем; в качестве **критериев оценивания** ответа используются следующие признаки: наличие корректной фактической информации по теме вопроса, отсутствие избыточного цитирования материалов лекций, проявление студентом способности к самостоятельному мышлению («зачтено»), в остальных случаях – «незачтено».

**Практические работы** (РООПК-1.2, РОПК 2.1, РОПК 3.1) выполняются во время практических занятий и, частично, во время, отведенное для СРС с использованием возможностей системы «iDO» <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=22389>. Проверка работ выполняется преподавателем, система оценивания имеет 3 градации («не выполнено», «требуется доработки», «зачтено»), **критериями оценивания** являются наличие работы, представленной для оценивания, полнота и корректность результатов, полученных при выполнении работы, уровень навыков применения используемого программного обеспечения («зачтено»); если содержать неверный или неполный ответ («требуется доработки»); в остальных случаях «незачтено».

Темы практических работ:

1. Освоение программного комплекса GiD-MKEG
2. Разработка твердотельной модели исследуемого расчетной области
3. Исследование выбора геометрии расчетной области на результаты моделирования
4. Исследование сеточной сходимости результатов моделирования

**Лабораторный вычислительный практикум** (РООПК-1.2, РООПК-2.2, РОПК 1.2, РОПК 2.1, РОПК 2.2) представляет собой выполнение комплексного задания, частично базирующегося на результатах выполнения практических заданий.

Тема практикума: Оценка эффективных механических свойств волокнистого композита. Составные задачи практикума;

- расчет «продольных» свойств композита;
- расчет «поперечных» свойств композита;
- оценка прочности композита при нагружении в «поперечном направлении»

Задания практикума индивидуальны, различаются геометрическими параметрами моделируемого композита и физико-механическими свойствами его компонентов, сочетание вариантов для каждого студента выбирается случайным образом.

Варианты заданий:

- матричный материал: алюминий, отвержденная эпоксидная смола;
- материал армирующих элементов: сталь, стекловолокно, углеродное волокно, карбид-кремниевое волокно, борное волокно
- объемное содержание армирующих элементов в композите: 10 %, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, 35 %, 40 %, 45 %, 50%.

Результаты выполнения заданий практикума представляются в виде отчета, оцениваются категориями «не выполнено», «требуется доработки», «принято». При оценке учитываются следующие критерии: наличие отчета по работе, степень соответствия отчета требованиям стандарта, полнота выполнения заданий практикума, корректность полученных результатов, умение видеть и формулировать логическую связь между заданием и способом его выполнения, давать оценку полученным результатам.

Критерии оценивания: Оценка «не выполнено» ставится при отсутствии отчета, оценка «требуется доработки» ставится при наличии ошибок, связанных с использованием недостоверных данных, некорректным применением пакета GiD-MKEG, серьезными недоработками в оформлении отчета (отсутствие титульного листа, списка

использованной литературы, сведений об исходных данных для моделирования, описания полученных результатов). В остальных случаях оценка «зачтено».

### **3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в устной форме и включает в себя ответ студента на вопрос билета (РООПК-1.1, РООПК-2.1, РОПК 1.1), обсуждение результатов выполнения заданий лабораторного вычислительного практикума на основании отчета, предоставленного студентом (РООПК-1.2, РООПК-2.2, РОПК 2.1, РОПК 3.1, РОПК 1.2, РОПК 2.2), с последующей беседой с преподавателем, в рамках которой уточняется понимание студентом основных положений изучаемого курса.

Перечень вопросов билетов:

1. Композиционные материалы. Особенности структуры и свойств композитов. Виды композитов.
2. Области применения композитов. Сравнение с традиционными материалами.
3. Общая характеристика влияния состава и структуры на механические свойства композитов.
4. Основные принципы создания волокнистых композитов.
5. Способы объединения матрицы и армирующих элементов.
6. Требования к компонентам композита.
7. Принципы создания функциональных материалов.
8. Виды связующих. Общая сравнительная характеристика.
9. Связь между структурой макромолекул и физико-механическими свойствами полимеров.
10. Основные виды полимерных матриц.
11. Полимерные матрицы. Основные характеристики.
12. Основные способы изготовления композитов на основе полимерных матриц.
13. Области применения композитов на основе полимерных матриц.
14. Основные методы получения композитов на основе металлических матриц.
15. Общая характеристика механических и конструкционных свойств композитов на основе металлических матриц.
16. Основные типы металлических матриц и их характеристика.
17. Способы армирования композитов. Принципы выбора оптимального способа армирования.
18. Основные типы армирующих волокон. Общая сравнительная характеристика волокон разных типов.
19. Основные технологии переработки армирующих волокон.
20. Основы технологии производства стекловолокон.
21. Виды стекловолокон, состав, свойства.
22. Продукты переработки стекловолокон.
23. Стеклонаполненные термопласты. Состав, производство, области применения.
24. Борные волокна, технология получения.
25. Характерные физико-механические свойства борных волокон. Применение борных волокон.
26. Высокомодульные волокна. Методы переработки, основные области применения.
27. Углеродные волокна. Сырье. Основные способы получения.
28. Характерные физико-механические свойства углеродных волокон и области их применения.
29. Продукты переработки углеродных волокон.

30. Волокно кевлар. Связь структуры и механических свойства. Области применения кевларовых волокон.
31. Основные принципы создания многонаправленных композитов.
32. Углеродные матрицы. Основные характеристики.
33. Основные способы создания многонаправленных композитов.
34. Области применения композитов, армированных углеродными волокнами.
35. Оценка эффективности УКМ в сравнении с другими материалами.
36. Основные способы использования пеков при производстве композитов.
37. Технологии производства однонаправленных, слоистых, объемных материалов.
38. Общая характеристика влияния состава и структуры на механические свойства композитов.

Критерии оценивания:

- оценка «неявка» ставится при неявке студента для проведения промежуточной аттестации в установленное время;
- оценка «не зачтено» ставится при отсутствии отчета по результатам выполнения лабораторного практикума либо при неспособности студента сформулировать связный ответ на вопрос экзаменационного билета или дополнительные вопросы преподавателя;
- оценка «зачтено» ставится при отсутствии признаков, перечисленных в качестве критериев выставления оценки «не зачтено»;

Оценка «зачтено» по результатам выполнения лабораторного вычислительного практикума может служить основанием для выставления оценки «зачтено» при проведении промежуточной аттестации автоматически.

#### **4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)**

Теоретические вопросы:

1. Каковы, по Вашему мнению, достоинства композиционных материалов по сравнению с традиционными конструкционными материалами (металлами, пластиками и т.п.)?

Ответ должен содержать сравнительную оценку материалов по следующим показателям: удельный вес, удельная прочность, удельная жесткость.

2. Какие причины, по Вашему мнению, могут препятствовать применению композитов при создании новых образцов техники?

Ответ должен содержать указания на необходимость развития методов экспериментального и теоретического исследования и прогнозирования свойств композитов с учетом широкого разнообразия типов композитов.

3. Как Вы считаете, на что (какие свойства, особенности и т.д.) следует обращать внимание при выборе конкретных марок полимеров при разработке технологий производства новых композитных материалов?

Ответ должен содержать указания на уровень прочностных и теплофизических свойств материалов

4. Какие меры можно предпринять для сохранения структуры армирования при создании композита с металлической матрицей?

Ответ должен содержать указания на следующие параметры технологических процессов: температура компактирования, время компактирования, рабочее давление при компактировании материала.

5. Каковы основные причины создания многонаправленных композитных материалов

Ответ должен включать оценку характерных механических свойств однонаправленных материалов и ламинатных композитов (в первую очередь, их существенная анизотропия), и указания на существование областей применения конструкционных материалов, где более эффективными оказываются материалы с изотропными свойствами

Критерии оценивания: считается выполненным, если дан верный ответ на один теоретический вопрос (исчерпывающий и/или с небольшими неточностями) из списка.

#### **Информация о разработчиках**

Сидоренко Юрий Николаевич, к.ф.-м.н., доцент, кафедра механики деформируемого твердого тела НИ ТГУ, доцент.