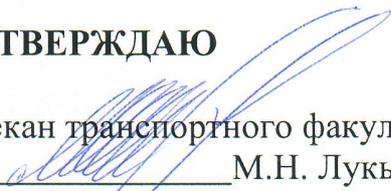


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 01.09.2023 12:35:28  
Уникальный программный идентификатор:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. декан транспортного факультета  
  
М.Н. Лукьянов

“ 10 ” 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Технологическая механика композитов»**

Направление подготовки  
**23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы**

Профиль  
**«Компьютерное моделирование и прочностной анализ транспортно-технологических комплексов»**

Квалификация (степень) выпускника  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

Москва 2022 г.

### **1. Цели освоения дисциплины.**

Основной целью освоения дисциплины «Технологическая механика композитов» следует считать:

- подготовку магистра к деятельности, связанной с проектированием и созданием композитных конструкций для различных транспортно-технологических комплексов с применением современных средств вычислительной техники и компьютерных программ.

К основным задачам освоения дисциплины «Технологическая механика композитов» следует отнести:

- изучение современных технологий изготовления композитных конструкций и методов моделирования и совершенствования технологических процессов создания композитных материалов;

- освоение методов проектирования композитных конструкций и выбора оптимальных структур армирования для заданных видов нагружения и условий эксплуатации;

- ознакомление с основными преимуществами, которые могут быть достигнуты при замене традиционных сплавов на композиты.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры.**

Дисциплина «Технологическая механика композитов» относится к вариативной части Блока 1 основной образовательной программы магистратуры.

«Технологическая механика композитов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Динамика дислокаций и пластичность;

- Механика контактного взаимодействия и разрушения.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать:</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>
ПК-1	Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов	ИПК-1.1 Систематизирует инженерные данные с учетом технических требований ИПК-1.2 Определяет методики расчетов систем АТС и их компонентов

		<p>ИПК-1.3 Анализирует влияние ключевых факторов на выходные характеристики АТС и их компонентов</p> <p>ИПК-1.4 Анализирует прочностные свойства материалов и прочностные свойства компонентов АТС, связанных особенностями конструкций</p> <p>ИПК-1.5 Анализирует лучшие практики разработки АТС и их компонентов</p>
--	--	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, т.е. **108** академических часов (из них 66 часа – самостоятельная работа студентов).

На втором курсе в **третьем** семестре выделяются **3** зачетные единицы, т.е. **108** академических часов (из них 66 часа – самостоятельная работа студентов).

**Третий семестр:** лекции – 1 час в неделю (14 часов), семинарские занятия – 2 часа в неделю (28 часов), форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «**Технологическая механика композитов**» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

#### Содержание разделов дисциплины.

##### Третий семестр

##### **А. Введение и классификация композиционных материалов**

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Структура курса, его место и роль в подготовке, связь с другими дисциплинами. Основные термины и определения. Основные свойства и эффекты применения композитов в машиностроении. История создания композиционных материалов. Классификация композитов по химическому составу матрицы; форме армирующих элементов; химическому составу волокон; типу полуфабриката; структуре армирования; технологии изготовления; области применения. Полимерные КМ. Металлические композиты. Керамические композиты. Углерод-углеродные КМ. Типы волокон, применяемых в композиционных материалах.

##### **Б. Технология производства композитов.**

Применяемые полуфабрикаты. Виды и типы армирования. Прессование с помощью пресс-формы. Автоклавное прессование. Контактное формование. Формование с помощью вспененного слоя. Инжекционное формование изделий. Штампование наполненных термопластов. Пултрузия. Намотка. Плетение. Механическая обработка изделий из полимерных композитов.

## **В. Проблемы и перспективы применения КМ в машиностроении.**

Прямые эффекты. Технологические эффекты. Конструкционные эффекты. Дефекты и механика разрушения композитов. Микродефекты в компонентах. Минидефекты в полуфабрикатах. Макродефекты в композитных изделиях. Дефекты в матрицах. Технологические дефекты. Конструкционные дефекты. Эксплуатационные дефекты.

### **5. Образовательные технологии.**

Методика преподавания дисциплины «Технологическая механика композитов» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся:

- обсуждение и защита на семинарах рефератов по дисциплине;
- подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;
- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам испытаний композитов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью и содержанием дисциплины «Технологическая механика композитов», и в целом по дисциплине составляет 25% аудиторных занятий.

### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

#### **В третьем семестре**

- реферат по разделам дисциплины
- выступление с докладом
- участие в коллоквиумах.

Образцы контрольных вопросов для коллоквиума, тем рефератов, зачетных билетов, приведены в приложении 3.

## 6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код Компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-1	Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе - их отдельные компоненты, формируются поэтапно в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания.

Показателем оценки компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

ПК-1 Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<b>знать:</b> номенклатуру, классификацию и основные механические и служебные свойства современных композитов	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное знание номенклатуры, классификации и основных механических и служебных свойств современных композитов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний классификации и номенклатуры, классификации и основных механических и служебных свойств современных композитов. Допускаются значительные ошибки, обучающийся испытывает значительные	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний номенклатуры, классификации и основных механических и служебных свойств современных композитов, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при анализе возможностей применения	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний номенклатуры, классификации и основных механических и служебных свойств современных композитов, свободно оперирует

		затруднения при анализе примеров применения композитов	композитов.	приобретенным и знаниями.
<b>уметь:</b> выбрать состав, технологию и структуру армирования композита для конкретной детали	Обучающийся не умеет выбрать состав, технологию и структуру армирования композита для конкретной детали	Обучающийся в недостаточной степени умеет выбрать состав, технологию и структуру армирования композита для конкретной детали. Допускаются значительные ошибки, обучающийся испытывает значительные затруднения при попытке переноса умения на новые виды конструкции.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умения выбрать состав, технологию и структуру армирования композита для конкретной детали. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые конструкции.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие выбрать состав, технологию и структуру армирования композита для конкретной детали. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>владеть:</b> экспериментальными методами определения упруго-прочностных характеристик анизотропных композитов с полимерной матрицей	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет экспериментальными методами определения упруго-прочностных характеристик анизотропных композитов с полимерной матрицей	Обучающийся в неполном объеме владеет экспериментальными методами определения упруго-прочностных характеристик анизотропных композитов с полимерной матрицей, допускает значительные ошибки, испытывает	Обучающийся частично владеет экспериментальными методами определения упруго-прочностных характеристик анизотропных композитов с полимерной матрицей, навыки освоены, но допускаются незначительные	Обучающийся в полном объеме владеет экспериментальными методами определения упруго-прочностных характеристик анизотропных композитов с полимерной

		значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	ошибки, неточности, затруднения при аналитических расчетах, при переносе умений на новые, ситуации.	матрицей, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
--	--	--	---	--

**ПК-3 способностью формулировать цели проекта, критерии и способы достижения целей, определять структуры их взаимосвязей, выявлять приоритеты решения задач при производстве и модернизации наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и комплексов на их базе**

<b>знать:</b> основные технологии производства изделий из полуфабрикатов волокнистого строения	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний об основных технологиях производства изделий из полуфабрикатов волокнистого строения	Обучающийся демонстрирует неполные знания об основных технологиях производства изделий из полуфабрикатов волокнистого строения, допускает значительные ошибки, проявляет недостаточность знаний, испытывает значительные затруднения при попытке применить знания для новых конструкций.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний об основных технологиях производства изделий из полуфабрикатов волокнистого строения, допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических расчетах.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие об основных технологиях производства изделий из полуфабрикатов в волокнистого строения, свободно оперирует приобретённым и знаниями.
<b>уметь:</b> рассчитывать свойства композитного изделия в зависимости от технологии и выбранной схемы армирования.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет рассчитывать свойства композитного изделия в зависимости от технологии и выбранной схемы армирования.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умения рассчитывать свойства композитного изделия в зависимости от технологии и выбранной схемы армирования.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие рассчитывать свойства композитного изделия в зависимости от технологии и выбранной схемы армирования, допускает лишь незначительные ошибки при переносе умения на новую конструкцию.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие умения рассчитывать свойства композитного изделия в зависимости от технологии и выбранной схемы армирования, свободно, применяет умения для конструкций повышенной сложности.

<b>владеть:</b> программой оптимизации структуры армирования для заданной формы детали и способа ее нагружения.	Обучающийся не владеет программой оптимизации структуры армирования для заданной формы детали и способа ее нагружения.	Обучающийся в неполном объеме владеет программой оптимизации структуры армирования для заданной формы детали и способа ее нагружения, проявляет недостаточность владения навыками, испытывает значительные затруднения при применении навыков для объяснения алгоритма оптимизации.	Обучающийся частично программой оптимизации структуры армирования для заданной формы детали и способа ее нагружения, но допускает незначительные ошибки при переносе умений на новые конструкции	Обучающийся в полном объеме владеет программой оптимизации структуры армирования для заданной формы детали и способа ее нагружения.
--	--	---	--	---

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: зачет.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Технологическая механика композитов», а именно, выполнившие задания по упражнениям на семинарских занятиях, подготовившие реферат и выступившие с докладом на итоговом семинаре.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным показателям в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Не зачтено	Не выполнено более одного вида учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
------------	---

**Фонды оценочных средств представлены в Приложении 2 к рабочей программе.**

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **а) основная литература:**

1. Аннин, Б. Д. Механика композитов : учебное пособие для вузов / Б. Д. Аннин, Е. В. Карпов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 85 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13166-6.  
URL: <https://urait.ru/bcode/496503>

### **б) дополнительная литература:**

1. Композиционные материалы : учебное пособие для вузов / Д. А. Иванов, А. И. Ситников, С. Д. Шляпин ; под редакцией А. А. Ильина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 253 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11618-2.  
URL: <https://urait.ru/bcode/495853>

### **в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:**

- Операционная система Windows 7 (или ниже)
- MS Office 2013 (или ниже).

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Аудитория для проведения лекционных и практических занятий оснащенная столами учебными со скамьями (столами, стульями); аудиторной доской; рабочее место преподавателя: стол, стул.

Компьютерный класс (Н-212) оснащенный персональными компьютерами с установленным программным обеспечением, маркерной доской, подвесным проектором с интерактивной доской.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Задачами самостоятельной работы студентов являются:

1. Систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

2. Углубление и расширение теоретической подготовки;
3. Формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
4. Развитие познавательных способностей и активности студентов, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
5. Использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных, практических занятиях и лабораторных работах. Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

На основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных терминов, положений и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения разделов дисциплины. Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать, перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом. Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

## **10. Методические рекомендации для преподавателя**

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование. Преподаватель должен последовательно

вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомиться с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только четко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категориальный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме письменного экзамена с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в зачетных или экзаменационных билетах. В билет вносится два теоретических и один практический вопрос из различных разделов дисциплины для более полной проверки знаний студентов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель принимающий зачет или экзамен лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы.

**Программу составил:**

профессор, д.т.н.



/Полилов А.Н./

**Согласовано**

Заведующий кафедрой  
профессор, д. т. н.



/А.А. Скворцов/

**Структура и содержание дисциплины «Технологическая механика композитов» по направлению подготовки  
23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы.  
(магистр)**

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
<b>Третий семестр</b>															
1	Предмет, задачи и содержание дисциплины. Структура курса, его место и роль в подготовке, связь с другими дисциплинами. Основные термины и определения. Основные свойства и эффекты применения композитов в машиностроении.	4	1-2	2	4		8						+		
2	История создания композиционных материалов. Классификация композитов по химическому составу матрицы; форме армирующих элементов; химическому составу волокон; типу полуфабриката; структуре армирования; технологии изготовления; области применения.	4	3-4	2	4		8						+		
3	Полимерные КМ. Металлические композиты. Керамические композиты. Углерод-углеродные КМ. Типы волокон, применяемых	4	5-6	2	4		10						+		

	в композиционных материалах														
4	Применяемые полуфабрикаты. Виды и типы армирования. Прессование с помощью пресс-формы. Автоклавное прессование.	4	7-8	2	4		10					+			
5	Контактное формование. Формование с помощью вспененного слоя. Инжекционное формование изделий. Штампование наполненных термопластов. Пултрузия. Намотка. Плетение.	4	9-10	2	4		10					+			
6	Механическая обработка изделий из полимерных композитов.	4	11-12	2	4		10					+			
7	Прямые эффекты. Технологические эффекты. Конструкционные эффекты. Дефекты и механика разрушения композитов. Микродефекты в компонентах. Минидефекты в полуфабрикатах. Макродефекты в композитных изделиях. Дефекты в матрицах. Технологические дефекты. Конструкционные дефекты. Эксплуатационные дефекты	4	13-14	2	4		10					+			
	Форма аттестации														3
	Всего часов по дисциплине в третьем семестре			14	28		66					реферат			
	Итого			14	28		66					1 реф.			3

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление: 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы  
профиль «Компьютерное моделирование и прочностной анализ транспортно-технологических  
комплексов»

Форма обучения: очная

Кафедра: Динамика, прочность машин и сопротивление материалов

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Технологическая механика композитов**

**Составители:**

**Профессор, д.т.н. Полилов А.Н.**

Москва, 2022 год

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

КОМПЕТЕНЦИИ					
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА	Перечень компонентов	Технология формирования компетенции	Форма оценочного средства	Степени уровней освоения компетенций
ПК-1	Способен организовывать разработку конструкций АТС и их компонентов	<p>ИПК-1.1 Систематизирует инженерные данные с учетом технических требований</p> <p>ИПК-1.2 Определяет методики расчетов систем АТС и их компонентов</p> <p>ИПК-1.3 Анализирует влияние ключевых факторов на выходные характеристики АТС и их компонентов</p> <p>ИПК-1.4 Анализирует прочностные свойства материалов и прочностные свойства компонентов АТС, связанных особенностями конструкций</p> <p>ИПК-1.5 Анализирует лучшие практики разработки АТС и их компонентов</p>	практическое занятие, лабораторная работа, самостоятельная работа	К Р ДС З	<p><b>Базовый уровень</b></p> <p>- способен оценить эффективность применения композитов, определить в экспериментах упругие и прочностные свойства композитов</p> <p><b>Повышенный уровень</b></p> <p>- способен анализировать принципиальные технические эффекты, которые удастся реализовать при замене традиционных сплавов на волокнистые полимерные композиты, определить специальные служебные свойства композитов, важные для различных отраслей машиностроения, выбрать состав, технологию и структуру армирования для конкретных элементов конструкций.</p>

**Перечень оценочных средств по дисциплине «Технологическая механика  
композитов»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Коллоквиум (К)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования педагогического работника с обучающимися.	Вопросы по разделам дисциплины
2	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные подходы и даёт им собственную оценку.	Темы рефератов
3	Доклад, сообщение (ДС)	Результат самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по изученной им научной теме	Темы докладов
4	Зачет (З)	Средство проведения промежуточной аттестации по результатам выполнения всех видов учебной работы в течении семестра с проставлением оценки «зачтено» или «не зачтено»	Примеры зачетных билетов

## Примеры зачетных билетов по курсу «Технологическая механика композитов»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»  
Дисциплина Технологическая механика композитов  
Направление 23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы  
Курс 2, семестр 3

### ЗАЧЕТНЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Полимерные КМ.
2. Применяемые полуфабрикаты.

Утверждено на заседании кафедры «\_\_» сентября 202\_\_ г., протокол № \_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /А.А.Скворцов/

#### Перечень вопросов к зачету

Вопросы к зачету	Код компетенции
Предмет, задачи и содержание дисциплины	ПК-1
Основные термины и определения	ПК-1
Основные свойства и эффекты применения композитов в машиностроении	ПК-1
История создания композиционных материалов	ПК-1
Классификация композитов по химическому составу матрицы	ПК-1
Классификация композитов по форме армирующих элементов	ПК-1
Классификация композитов по химическому составу волокон	ПК-1
Классификация композитов по типу полуфабриката	ПК-1
Классификация композитов по структуре армирования	ПК-1
Полимерные КМ	ПК-1
Металлические композиты	ПК-1
Керамические композиты	ПК-1
Углерод-углеродные КМ	ПК-1
Типы волокон, применяемых в композиционных материалах	ПК-1
Применяемые полуфабрикаты	ПК-1
Виды и типы армирования	ПК-1
Прессование с помощью пресс-формы	ПК-1
Автоклавное прессование	ПК-1

Контактное формование	ПК-1
Формование с помощью вспененного слоя	ПК-1
Инжекционное формование изделий	ПК-1
Штампование наполненных термопластов	ПК-1
Пултрузия	ПК-1
Намотка. Плетение.	ПК-1
Механическая обработка изделий из полимерных композитов	ПК-1
Прямые эффекты применения композитов	ПК-1
Технологические эффекты применения композитов	ПК-1
Конструкционные эффекты применения композитов	ПК-1
Дефекты и механика разрушения композитов	ПК-1
Микродефекты в компонентах	ПК-1
Минидефекты в полуфабрикатах	ПК-1
Макродефекты в композитных изделиях	ПК-1
Дефекты в матрицах	ПК-1
Технологические дефекты	ПК-1
Конструкционные дефекты	ПК-1
Эксплуатационные дефекты	ПК-1

**Примерные вопросы для коллоквиума по дисциплине «Технологическая механика композитов» для оценки компетенций (ПК-1)**

1. Основные технологические преимущества композитов.
2. Чем обусловлена низкая энергоёмкость производства композитных изделий?
3. Что такое тензорно-полиномиальные критерии, и каков их геометрический образ в пространстве напряжений?
4. Как строятся предельные поверхности по Работнову для совместно работающих упруго-пластических структур?
5. На чём основана формулировка критериев прочности, учитывающих направленный характер разрушения волокнистых композитов?
6. Как записываются линейные критерии прочности для двух видов разрушения однонаправленных композитов?
7. Как определить из экспериментов параметры линейного критерия прочности?
8. Как определять параметры линейного критерия расслоения по результатам статических и циклических испытаний на изгиб?
9. Как найти параметры критерия прочности композитных труб по обработке экспериментальных данных в координатах проекций напряжений на плоскость, содержащую направление волокон?
10. К какому основному выводу приводит модель ромба из нерастяжимых нитей при двухосном растяжении?

11. Как определить оптимальный угол армирования для двухосного растяжения?
12. Назовите этапы послойного расчета композитных конструкций.
13. В чём причина остановки трещины непрочной поверхностью раздела?
14. Как выбрать рациональные свойства волокон и матрицы для реализации механизма торможения трещин?
15. Каковы механизмы «сбрасывания» концентрации напряжений в волокнистых композитах с хрупкой матрицей?
16. Почему и в какой степени различаются теоретический и эффективный коэффициенты концентрации напряжений?
17. Как растрескивание матрицы снижает эффект от концентрации напряжений?
18. На чем основана гипотеза введения характерного «радиуса затупления» отверстия?
19. Сформулируйте основные положения механики рассеянного разрушения. Что такое параметр (тензор) поврежденности и кинетическое уравнение его роста?
20. Как строится модель линейного суммирования повреждений и в чем её основной недостаток?
21. С чем связан масштабный эффект прочности тонких хрупких волокон?
22. Каков смысл энергетического инвариантного  $J$ -интеграла и как с его помощью связать линейную и нелинейную механику разрушения?
23. Как экспериментально определяется  $J$ -интеграл при существенно нелинейной диаграмме разрушения?
24. Как применяется линейная механика разрушения к волокнистым композитам?
25. Как энергетическая теория Гриффитса позволяет получить энергетический критерий расслоения или расщепления композита?
26. Как описать масштабный эффект прочности на основе энергетического критерия расслоения при изгибе и кручении?
27. Каков механизм расслоения с выщелкиванием слоев при сжатии?
28. Что такое характерная толщина выщелкиваемой полоски и как она связана с опасным расположением дефекта?
29. Какова схема разрушения композитной трубы по форме «китайского фонарика»?
30. Как определить рациональные размеры однонаправленной композитной трубы при сжатии и при кручении?

**Темы рефератов по дисциплине  
«Технологическая механика композитов»  
для оценки компетенций (ПК-1)**

1. Методы испытаний композитов на растяжение, сжатие
2. Методы испытаний композитов на сложное напряженное состояние.
3. Испытания колец и сегментов.
4. Особенности испытаний композитов на изгиб: преимущества и недостатки.
5. Сползание с опор при испытаниях на изгиб.
6. Изгиб бимодульного материала: способы определения модуля Юнга.
7. Метод определения межслойного модуля сдвига по поправке к прогибу.
8. Особенности испытаний композитов на изгиб. Сползание с опор. Изгиб бимодульного материала.
9. Определение межслойного модуля сдвига по поправке к прогибу.
10. Линейный критерий расслоения композитных балок при изгибе.
11. Методы определения модуля сдвига в плоскости листа при сдвиге панелей и при перекашивании жесткого шарнирного четырехзвенника;
12. Методы определения двух модулей сдвига по периоду крутильных колебаний
13. Определение двух модулей сдвига при кручении прямоугольных образцов и модуля сдвига при кручении квадратной пластины
14. Определение прочностных параметров критерия Цая-Ву.
15. Нахождение параметров линейного и квадратичного критериев прочности однонаправленных и ортогонально армированных композитов
16. Критерии прочности для композитных труб при растяжении, кручении и сложном напряженном состоянии
17. Рациональное проектирование композитной трубы, разрушающейся по форме «китайского фонарика»
18. Технологии создания ветвящихся композитных структур, подобных кроне дерева
19. Технология пулл-форминга для изготовления профилированных упругих элементов класса констэра
20. Технология намотки и выкладки высокомодульного карданного вала без промежуточной опоры
21. Выбор углов армирования и числа слоев для композитных намоточных сосудов давления

**Темы докладов по дисциплине  
«Технологическая механика композитов»  
для оценки компетенций (ПК-1)**

1. Основные объекты и эффекты применения КМ в машиностроении. Примеры эффективного применения с учетом особых свойств КМ.
2. Классификация композитов. Виды ПКМ. Волокна, матрицы. Основы композитных технологий.
3. Механика композитов как область механики деформируемого твердого тела. Определяющие соотношения. Теория упругости анизотропных сред. Обобщенный закон Гука.
4. Число независимых упругих констант. Классы упругой симметрии (ортотропия, трансверсальная изотропия).
5. Связь технических, матричных и тензорных упругих констант.
6. Три секрета прочности волокнистых КМ. Теоретическая прочность и масштабный эффект. (1-й секрет прочности). Торможение трещины поверхностью раздела. (2-й секрет нехрупкости). Статистический характер прочности волокон (3-й секрет надежности).
7. Послойный метод расчета прочности слоистых композитов. Преобразование тензоров модулей упругости и податливостей при повороте осей. Упрощенный послойный метод расчета напряжений в слоистых пластинах. Изотропные композиты и оценка их модуля упругости
8. Схемы Фойгта и Рейсса для оценки эффективных упругих модулей.
9. Критерии прочности волокнистых композитов в пространстве напряжений.  
Тензорно-полиномиальные критерии прочности.
10. Проектный расчет стеклопластиковой рессоры. Оптимизация малолистовых стеклопластиковых рессор равнопрочного профиля.
11. Критерии прочности композитных труб. Нитяная аналогия для выбора рационального армирования баллона для сжатого природного газа.
12. Оптимальное проектирование композитного карданного вала.
13. Несоответствие теоретического и эффективного коэффициентов концентрации напряжений. Способы устранения этого противоречия (усреднение напряжений, статистическая теория прочности, градиентный критерий прочности, докритическое предразрушение в виде «затупления» отверстий).
14. Модели вязкоупругости Максвелла, Фойгта, Кельвина.  
Наследственная теория ползучести.
15. Технологии сухой и мокрой намотки, выкладки, путрузии, экструзии.
16. Метод вакуумного мешка для авиационных композитных панелей.
17. Технология 3-Д плетения для получения криволинейных био-подобных структур армирования в зонах крепления композитных деталей.

18. Создание ветвящихся по правилу Леонардо композитных структур с сохранением суммарной площади ветвей.
19. Методы проектирования клеевых и заклепочных соединений композитов. Их основные недостатки.
20. Проектирование биоподобных соединений деталей из волокнистых композитов, напоминающих структуру сучка в зоне соединения «ветка-ствол».