

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емец Валерий Сергеевич
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 08.07.2026 12:39:12
Уникальный программный ключ:
f2b8a1573c931f1098cfe699d1debd94fcff35d7

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Рязанский институт (филиал)

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Московский политехнический университет»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Композиционные и полимерные материалы»**

Специальность

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Специализация № 2

«Подъёмно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование»

Квалификация выпускника: инженер

Форма обучения: очная / заочная

Год набора: 2026

Рязань, 2026

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - специалитет по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», утверждённым приказом Минобрнауки России от 11.08.2020 № 935 (с изменениями, внесёнными приказом от 24.02.2023 № 196);
- Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования»;
- учебным планом по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализация № 2 «Подъёмно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование», год набора 2026.

Автор: Ретюнских В.Н., к.т.н., доцент кафедры «Машиностроение, энергетика и автомобильный транспорт»

(указать ФИО, ученую степень, ученое звание или должность)

Программа одобрена на заседании кафедры «Машиностроение, энергетика и автомобильный транспорт» (протокол № __ от __.06.2026).

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Композиционные и полимерные материалы» является формирование системных знаний о природе, структуре, технологиях получения и свойствах современных КПМ, применяемых при создании, модернизации и ремонте ПТСДО, а также выработка практических навыков обоснованного выбора и применения КПМ в инженерных расчётах и конструировании.

Задачи: освоение классификации и характеристик КПМ; изучение технологий изготовления и методов испытаний; формирование умений выбора материалов для конструкций ПТСДО с учётом требований ГОСТ Р 57988-2017, ГОСТ Р ИСО 14125, ГОСТ Р 72349-2025, ПНСТ 978-2024.

1.2. Планируемые результаты обучения

Таблица 1 - Содержание осваиваемых компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора	Планируемые результаты обучения
ОПК-1. Способен ставить и решать инженерные задачи с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей	ОПК-1.2. Использует знания о строении и свойствах полимерных и КМ при решении инженерных задач по выбору материалов для конструкций НТТС и ПТСДО	Знает: строение и свойства ПКМ (волоконистых, слоистых, дисперсно-упрочнённых), закономерности связи структура-свойства. Умеет: решать задачи выбора материала с заданным комплексом свойств; применять технологические модели. Владеет: методами инженерного расчёта; навыками работы со стандартами на КМ.
ОПК-3. Способен осуществлять проектирование, конструирование и технологическую подготовку производства НТТС	ОПК-3.1. Применяет современные КПМ при проектировании деталей и узлов НТТС и ПТСДО, обеспечивая требуемые прочностные и ресурсные характеристики	Знает: принципы проектирования из КПМ (оптимизация армирования, анизотропия, расчёт по ГОСТ Р ИСО 14125). Умеет: разрабатывать конструктивные решения с КПМ; оценивать технологичность. Владеет: методами проектирования слоистых конструкций; выбором технологий изготовления деталей ПТСДО.
ОПК-4. Способен применять методы анализа и оценки надёжности и безопасности НТТС	ОПК-4.2. Применяет методы оценки надёжности конструкций ПТСДО с учётом деградационных процессов в КПМ (усталость, расслоение, воздействие среды)	Знает: закономерности деградации КПМ; методы оценки долговечности по ГОСТ Р 72349-2025. Умеет: выявлять дефекты в ПКМ; оценивать остаточный ресурс; применять НК. Владеет: методиками испытаний КПМ; оценкой надёжности конструкций ПТСДО.
ПК-1. Способен разрабатывать техническую документацию по модернизации и эксплуатации НТТС, включая ПТСДО	ПК-1.1. Разрабатывает техническую документацию по применению и контролю качества КПМ в конструкциях ПТСДО (ГОСТ ЕСКД, ГОСТ Р 53228-2008)	Знает: требования ГОСТ ЕСКД, ГОСТ Р 57988-2017, ГОСТ Р 53228-2008, ТР ТС 010/2011 к документации на КПМ. Умеет: составлять ТУ, карты контроля, ремонтную документацию с применением КПМ. Владеет: навыками разработки документации на изделия из КПМ.
ПК-3. Способен проводить	ПК-3.1. Проводит испытания образцов	Знает: стандартизованные методы

экспериментальные исследования и испытания НТТС и их элементов	из КИМ по стандартизованным методикам (ГОСТ Р ИСО 14125, ГОСТ Р 72349-2025), обрабатывает результаты	испытаний КИМ: изгиб, сжатие, растяжение, ИЛС, удар; методы НК. Умеет: планировать и проводить эксперименты; обрабатывать результаты; составлять протоколы. Владеет: навыками работы с испытательным оборудованием; методами статистической обработки.
--	--	--

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Композиционные и полимерные материалы» (Б1.В.11) входит в вариативную часть Блока 1 программы специалитета по специальности 23.05.01 (ФГОС ВО, приказ № 935 от 11.08.2020). Трудоёмкость - 3 з.е. (108 ч.). Форма промежуточной аттестации - экзамен. Освоение предусмотрено в 5-м семестре (очная) / 6-м семестре (заочная).

Предшествующие дисциплины: химия, физика, математика, материаловедение и технология конструкционных материалов, конструкция ПТСДО.

Последующие дисциплины: конструирование ПТСДО, технология ремонта ПТСДО, дипломное проектирование.

Таблица 2 - Структурно-логическая схема формирования компетенций

Компетенция	Предшествующие дисциплины	Данная дисциплина	Последующие дисциплины
ОПК-1	Материаловедение, химия, физика	Композ. и полимерные матер.	Конструирование ПТСДО, диплом
ОПК-3	Конструкция ПТСДО, САПР	Композ. и полимерные матер.	Конструирование ПТСДО, ремонт
ОПК-4	Теория ПТСДО, материаловедение	Композ. и полимерные матер.	Диагностика, диплом
ПК-1	Конструкция ПТСДО, САПР	Композ. и полимерные матер.	Технология ремонта, практика
ПК-3	Физика, материаловедение	Композ. и полимерные матер.	Диагностика ПТСДО, ГИА

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость - 3 з.е. (108 ч.).

Таблица 3 - Объём дисциплины

Общая трудоёмкость, ч	108
Контактная работа (всего), в т.ч.:	54
занятия лекционного типа, ч	18
лабораторные занятия, ч	36
Самостоятельная работа (всего), в т.ч.:	54
самоподготовка по разделам, ч	36
подготовка к промежуточной аттестации, ч	18
Промежуточная аттестация	Экзамен
Зачётных единиц	3

3.1. Тематический план

Таблица 4 - Разделы дисциплины

№	Раздел дисциплины	Коды компетенций	Всего ч	Лекции ч	Лаб. ч
---	-------------------	------------------	---------	----------	--------

1	Введение. Классификация и общие свойства КППМ	ОПК-1, ПК-3	12	2	4
2	Полимерные матрицы: термопласты и термореакты	ОПК-1, ОПК-3	12	2	4
3	Наполнители и армирующие компоненты КППМ	ОПК-1, ОПК-3	12	2	4
4	Технологии изготовления ПКМ	ОПК-3, ПК-1	14	4	6
5	Механические свойства и расчёт конструкций из КППМ	ОПК-1, ОПК-4	14	4	6
6	Применение КППМ в ПТСДО. Нормативная база	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1	12	2	4
7	Методы испытаний и контроля КППМ	ОПК-4, ПК-3	14	2	8
8	Металлические, керамические и угл.-угл. КМ	ОПК-1, ОПК-4	8	0	0
	ИТОГО		98	18	36

3.2. Содержание лекционных занятий

Таблица 5 - Содержание лекций

No	Наименование темы	Содержание
1	Введение. Классификация и общие свойства КППМ	Понятие КМ. Классификация: по матрице (полимерные, металлические, керамические, угл.-угл.); по схеме армирования (дисперсно-упрочнённые, волокнистые, слоистые); по типу наполнителя. Преимущества и ограничения ПКМ для ПТСДО. Основные стандарты: ГОСТ Р 57988-2017, ГОСТ Р ИСО 14125, ГОСТ Р 72349-2025, ПНСТ 978-2024. Российские производители ПКМ для строительной и дорожной техники.
2	Полимерные матрицы: термопласты и термореакты	Термопластичные матрицы: ПА, ПЭТ, ПК, ПП, РЕЕК, PPS. Термореактивные: эпоксидные (ГОСТ 10587-84), полиэфирные, винилэфирные, фенольные. Сравнение: модуль, теплостойкость, химическая стойкость. Влияние матрицы на технологичность и рециклинг. ГОСТ Р ИСО 178.
3	Наполнители и армирующие компоненты	Стекланные волокна: марки E, S (ГОСТ Р 54265-2010). Углеродные волокна: ПАН-и лековые. Арамидные волокна (Русар, Алар). Базальтовые волокна (ГОСТ Р 55818-2013). Дисперсные наполнители: технический углерод, аэросил, тальк. Нанонаполнители: углеродные нанотрубки, графен.
4	Технологии изготовления ПКМ	Ручное формование и вакуумная инфузия. Намотка (filament winding): трубы, стержни, барабаны лебёдок. Пултрузия: профили для конструкций кранов. Автоклавное прессование. RTM/SCRIMP для крупных деталей. SMC, BMC. Аддитивные технологии на основе ПКМ. Нормативная база: ГОСТ Р 57258-2016.
5	Механические свойства и расчёт конструкций из КППМ	Анизотропия ПКМ: правило смесей. Классическая теория ламинатов (CLT): жёсткость пакета. Критерии прочности: Хилл, Tsai-Wu. Межслойный сдвиг (ILSS, ГОСТ Р 57988-2017). Расчёт на изгиб (ГОСТ Р ИСО 14125). Расчёт на сжатие (ГОСТ Р 72349-2025). Влияние Т и влажности. ПО: Ansys ACP, Abaqus/CAE.
6	Применение КППМ в ПТСДО. Нормативная база	Области применения: кузовные панели, стрелы и рукояти, тяговые цепи, трубопроводы (ГОСТ Р 55804-2013), антифрикционные детали. Соединения: болтовые, клеевые (ГОСТ 14760-69). Требования: ПНСТ 978-2024, ТР ТС 010/2011, ГОСТ Р 53228-2008. Отечественный опыт.
7	Методы испытаний и контроля КППМ	Растяжение (ГОСТ Р ИСО 527-4/-5), изгиб (ГОСТ Р ИСО 14125), сжатие (ГОСТ Р 72349-2025), ILSS, удар по Шарпи, горючесть (ГОСТ 30244-94). НК: ультразвуковой (ГОСТ Р 55724-2013), рентгено-, термографический, акустическая эмиссия. Входной контроль (ГОСТ Р 53228-2008).
8	Металлические, керамические и угл.-угл. КМ	Металломатричные КМ (ММК): Al, Mg, Ti матрицы с карбидами. Порошковая металлургия и жидкофазные методы. Керамические КМ: Al ₂ O ₃ , SiC. Углерод-углеродные КМ: производство, антифрикционное применение. Биметаллы. Перспективы ММК в строительном машиностроении.

3.3. Содержание лабораторных занятий

Таблица 6 - Лабораторные занятия

No	Наименование занятия	Содержание
----	----------------------	------------

1	Идентификация полимерных материалов	Определение типа матрицы пробой на горение, пиролизом. Измерение плотности. Оформление протокола по ГОСТ Р 53228-2008.
2	Изготовление образца из ПКМ методом ручного формования	Подготовка эпоксидного связующего. Укладка слоёв стеклоткани. Вакуумное прессование. Отверждение. Осмотр, выявление дефектов. Оформление маршрутной карты.
3	Испытание на трёхточечный изгиб (ГОСТ Р ИСО 14125)	Испытание стеклопластиковых образцов. Определение прочности и модуля при изгибе. Диаграмма напряжение-деформация. Сравнение со сталью.
4	Испытание на сжатие (ГОСТ Р 72349-2025)	Испытание образцов-призм из ПКМ. Определение предела прочности и модуля упругости при сжатии. Статистический анализ.
5	Межслойная прочность на сдвиг (ILSS, ГОСТ Р 57988-2017)	Метод короткой балки. ILSS углепластика и стеклопластика. Влияние дефектов на ILSS.
6	Ультразвуковой НК изделий из ПКМ	Сканирование образца с искусственными дефектами (ГОСТ Р 55724-2013). В- и С-скан изображения. Карта дефектов.
7	Испытание антифрикционных ПКМ	Коэффициент трения и износ (схема палец-диск). Образцы с ПТФЭ, графитом, MoS ₂ . Зависимости коэффициент трения-нагрузка и износ-путь.
8	Тепловизионный контроль	Тепловизионная диагностика нагруженного образца из ПКМ (ГОСТ Р 54852-2011). Термограммы, выявление дефектов. Заключение.
9	Свойства наполненного полимера - выбор для ПТСДО	Образцы ПА/эпоксиды с различным содержанием наполнителя (стеклосфера, аэросил). Твёрдость по Шору D, прочность на изгиб, плотность. Оптимальный состав для детали ПТСДО (вкладыш, буфер).

4. Методические указания для обучающихся

4.1. Лекционные занятия

Рекомендуется вести конспект с фиксацией нормативных ссылок, сравнительных таблиц свойств и схем классификации. Особое внимание - связи «состав-структура-свойства-применение» применительно к ПТСДО.

4.2. Лабораторные занятия

Перед каждым занятием необходимо изучить соответствующий ГОСТ (метод испытаний), требования к образцам и порядок обработки результатов. Отчёт: цель, схема испытания, таблицы, расчёты, диаграммы, выводы. Соблюдать правила ТБ при работе с реактивами и оборудованием.

4.3. Самостоятельная работа

СРС включает изучение литературы и нормативных документов, решение расчётных заданий, подготовку к лабораторным работам и экзамену. Для заочной формы СРС является приоритетным видом деятельности. Нормативные документы доступны через Техэксперт и КонсультантПлюс в ЭИОС.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение

5.1. Основная литература

1. Баженов С.Л., Берлин А.А., Кульков А.А., Ошмян В.Г. Полимерные композиционные материалы. Прочность и технология. - Долгопрудный: Интеллект, 2016. - 352 с.
2. Тростянская Е.Б., Михайлин А.С. Пластические массы: свойства, применение. - 3-е изд. - М.: Химия, 2014. - 576 с.
3. Соколов В.А. Полимерные и композиционные материалы в транспортном машиностроении. - М.: Машиностроение, 2017. - 320 с.

5.2. Дополнительная литература

- ГОСТ Р 57988-2017. Композиты полимерные. Методы испытаний. Основные положения.
- ГОСТ Р ИСО 14125-2009. Пластмассы. Методы определения свойств при изгибе.
- ГОСТ Р 72349-2025. Композиты полимерные. Метод определения прочности при сжатии.
- ГОСТ Р 55724-2013. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
- ГОСТ Р 54852-2011. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля.
- ПНСТ 978-2024. Конструкции из полимерных композитов для платформ. Общие ТТ.
- ТР ТС 010/2011. О безопасности машин и оборудования.
- ГОСТ Р ИСО 527-4-2019. Пластмассы. Определение механических свойств при растяжении.
- Гуняев Г.М. и др. Полимерные и неметаллические материалы. Справочник. - М.: ВИАМ, 2019.

5.3. Профессиональные базы данных

- КонсультантПлюс - <https://www.consultant.ru/>
- Техэксперт / ФГИС КРИС - <https://docs.cntd.ru/>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
- ЭБС «Лань» - <https://lanbook.com/>
- ЭБС Юрайт - <https://urait.ru/>
- Открытый Политех (онлайн-курс «Полимерные КПИМ») - <https://open.spbstu.ru/>
- ФИПС (Роспатент) - <https://fips.ru/>

5.4. Программное обеспечение

No	Наименование ПО	Условия доступа
1	Microsoft Windows / Linux Ubuntu	Лицензионный / свободно
2	Microsoft Office	Лицензионный договор
3	MATLAB + Statistics Toolbox	Лицензионный договор
4	Ansys Composite PrepPost (ACP)	Лицензионный договор
5	Origin / OriginPro	Лицензионный / демо
6	Python 3 + NumPy + SciPy + Matplotlib	Свободно
7	MOODLE (ЭИОС)	https://do.rimsou.ru

6. Материально-техническая база

Аудитория	Вид занятия	МТС
Ауд. 221. Лекционная	Лекции, консультации	Доска, экран, проектор, ноутбук. Коллекция образцов КПИМ; демонстрационные пособия по структуре и технологиям.
Ауд. 213. Лаборатория материаловедения и КПИМ	Лабораторные занятия, контроль, экзамен	Универсальная испытательная машина (ГОСТ Р ИСО 7500-1); машина трения; тепловизор (ГОСТ Р 54852-2011); ультразвуковой дефектоскоп (ГОСТ Р 55724-2013); твердомер Шор D; весы; вакуумный насос; оборудование для формования ПКМ; вытяжной шкаф. ПК с MATLAB, Origin, Python. Реактивы: эпоксидная смола, отвердитель, стеклоткань, углеродная ткань.
Самостоятельная работа	СРС	ПК/ноутбук. Удалённый доступ к ЭИОС, ЭБС, Техэксперт.

7. Оценочные материалы (ФОС)

7.1. Паспорт ФОС

Таблица 7 - Паспорт ФОС

No	Контролируемые разделы	Компетенции	Оценочное средство
----	------------------------	-------------	--------------------

1	Введение. Классификация КПМ	ОПК-1, ПК-3	Устный опрос
2	Полимерные матрицы	ОПК-1, ОПК-3	Опрос, отчёт лаб. 1
3	Наполнители и армирующие компоненты	ОПК-1, ОПК-3	Опрос
4	Технологии изготовления ПКМ	ОПК-3, ПК-1	Отчёт лаб. 2, опрос
5	Механические свойства и расчёт из КПМ	ОПК-1, ОПК-4	Расч. задание, отчёты лаб. 3,4,5
6	Применение в ПТСДО. Нормативная база	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1	Практ. задание (выбор матер.)
7	Методы испытаний и контроля	ОПК-4, ПК-3	Отчёты лаб. 6,7,8, опрос
8	Металлические, керамические и угл.-угл. КМ	ОПК-1, ОПК-4	Опрос, отчёт лаб. 9
9	Промежуточная аттестация (экзамен)	ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-3	Экзаменационный билет

7.2. Критерии оценивания

Оценка	Критерий
Отлично (5)	Полные знания; самостоятельное выполнение лабораторных работ; обоснованный выбор КПМ со ссылками на нормативные документы. Все компетенции сформированы.
Хорошо (4)	Твёрдые знания; лабораторные с незначительными замечаниями. Компетенции освоены.
Удовлетворительно (3)	Знания в объёме минимума; лабораторные частично или с ошибками. Основные компетенции освоены.
Неудовлетворительно (2)	Незнание ключевых разделов; лабораторные не выполнены. Компетенции не сформированы.

7.3. Вопросы к экзамену

1. Классификация КМ по матрице, схеме армирования, типу наполнителя.
2. Преимущества и ограничения ПКМ в конструкциях ПТСДО.
3. Термопластичные матрицы: ПА, РЕЕК, ПП - свойства и применение.
4. Эпоксидные смолы: строение, марки, отверждение (ГОСТ 10587-84).
5. Стекланные волокна: марки, характеристики (ГОСТ Р 54265-2010).
6. Углеродные волокна: ПАН- и пековые, применение в ПТСДО.
7. Арамидные и базальтовые волокна (ГОСТ Р 55818-2013).
8. Дисперсные наполнители: влияние на трибологические свойства.
9. Нанонаполнители ПКМ: состояние разработок.
10. Вакуумная инфузия и RTM: схемы, применение.
11. Намотка (filament winding): схема, изделия для ПТСДО.
12. Пултрузия: схема, профили для кранов.

13. SMC/BMC: состав, технология, применение.
14. Анизотропия ПКМ. Правило смесей.
15. Классическая теория ламинатов (CLT).
16. Критерии прочности: Хилл, Tsai-Wu.
17. Испытание на изгиб (ГОСТ Р ИСО 14125): схема, параметры.
18. Испытание на сжатие (ГОСТ Р 72349-2025).
19. ILSS: метод короткой балки (ГОСТ Р 57988-2017).
20. Влияние температуры и влажности на ПКМ.
21. КППМ в несущих конструкциях ПТСДО (стрелы, рукояти).
22. Антифрикционные ПКМ для деталей ПТСДО: составы.
23. Клеевые соединения (ГОСТ 14760-69) и болтовые соединения в ПКМ.
24. ТР ТС 010/2011 и ПНСТ 978-2024: требования к ПКМ.
25. Ультразвуковой НК ПКМ (ГОСТ Р 55724-2013).
26. Тепловизионный контроль ПКМ (ГОСТ Р 54852-2011).
27. Входной контроль ПКМ по ГОСТ Р 53228-2008.
28. Металломатричные КМ: матрицы, наполнители, применение в ПТСДО.

7.4. Практические задания

1. Рассчитайте модуль и прочность однонаправленного стеклопластика ($V_f=0,60$) по правилу смесей ($E_{ст}=73$ ГПа, $E_{эп}=3,5$ ГПа, $\sigma_{ст}=2400$ МПа, $\sigma_{эп}=80$ МПа).
2. Определите прочность при изгибе ПКМ по данным испытания образца $80 \times 10 \times 4$ мм (пролёт 64 мм, $F_{max}=890$ Н) по ГОСТ Р ИСО 14125.
3. Выберите ПКМ для изгибаемой стрелы крана 5 т ($T=-40...+60$ °C). Обоснуйте с учётом ТР ТС 010/2011.
4. Составьте план входного контроля углепластиковых профилей стрелы по ГОСТ Р 53228-2008.
5. По данным УЗК-сканирования составьте карту дефектов и дайте заключение о пригодности изделия.

7.5. Процедура проведения экзамена

Форма: Письменный экзамен по билетам. Билет: 2 теоретических вопроса + 1 практическое задание. Продолжительность - 90 мин. Допускаются нормативные документы.

Допуск: К экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие все лабораторные работы.

Порядок: Студент выбирает билет, готовится 20 мин, отвечает письменно.

8. Особенности обучения лиц с ОВЗ и инвалидов

Адаптация программы осуществляется на основании заявления обучающегося (п. 2.11 ФГОС ВО, приказ № 935 от 11.08.2020).

- **нарушения зрения:** увеличенный шрифт (не менее 18 пт) или аудиоформат; лабораторные с сопровождением.
- **нарушения слуха:** материалы в электронной форме; субтитры; при необходимости сурдопереводчик.
- **нарушения ОДА:** адаптированное рабочее место; лабораторные частично заменяются компьютерным моделированием; аттестация дистанционно.