

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
15.03.06 Мехатроника и робототехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Современные конструкционные материалы**

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль): Автоматизация и роботизация  
технологических процессов

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 87771  
Подписал: заведующий кафедрой Куликов Михаил Юрьевич  
Дата: 02.06.2025

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями дисциплины (модуля) является:

- формирование у студентов системное понимание свойств, возможностей и ограничений современных конструкционных материалов;
- обучение проектированию и оптимизации компонентов с учётом характеристик материалов, инновационных технологий и экологических требований.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- изучение ключевых механических, термических, электрических и эксплуатационных свойств материалов;
- освоение методов анализа поведения материалов в условиях динамических, статических и температурных нагрузок;
- развитие навыков выбора материалов для конкретных инженерных задач;
- формирование понимания экологических аспектов использования материалов, включая рециклинг, биоразлагаемость и соответствие международным стандартам (RoHS, REACH).

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ОПК-7** - Способен применять современные экологичные и безопасные методы рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов в машиностроении;

**ПК-1** - Способен осуществлять разработку конструкторской документации на специализированное оборудование мехатронных и робототехнических систем.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

**Знать:**

- классификацию современных конструкционных материалов и их ключевые свойства;
- принципы деградации материалов и методы их предотвращения;
- стандарты и экологические требования к материалам.

**Уметь:**

- выбирать материалы для компонентов на основе нагрузочных, температурных и эксплуатационных условий;
- использовать методы топологической оптимизации при выборе материалов.

**Владеть:**

- методами интерпретации технической документации;
- навыками презентации инженерных решений с обоснованием выбора материалов для конкретных задач.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 з.е. (72 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	16	16

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 24 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

## 4. Содержание дисциплины (модуля).

### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<b>Введение в современные конструкционные материалы</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"><li>- Основные требования к материалам: механические, термические, электрические свойства;</li><li>- Классификация материалов: металлы, полимеры, керамика, композиты, «умные» материалы;</li><li>- Тенденции развития материаловедения: наноматериалы, биоразлагаемые материалы;</li><li>- Стандарты и методы тестирования материалов.</li></ul>
2	<b>Металлы и сплавы в робототехнике</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"><li>- Алюминиевые, титановые сплавы и высокопрочные стали;</li><li>- Применение: каркасы, шарниры, приводы;</li><li>- Методы обработки: литьё, аддитивное производство;</li><li>- Коррозия и методы защиты;</li><li>- Магниевого сплавы: преимущества и ограничения.</li></ul>
3	<b>Полимеры и композиты</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"><li>- Термопласты и реактопласты: свойства и применение;</li><li>- Углепластики и стеклопластики: прочность и лёгкость;</li><li>- 3D-печать полимерными материалами;</li><li>- Дegrадация полимеров под нагрузкой и температурой.</li></ul>
4	<b>Керамика и стекло</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"><li>- Высокотемпературная керамика: оксиды, нитриды;</li><li>- Сверхтвёрдые материалы (алмазоподобные покрытия);</li><li>- Технологии обработки: спекание, лазерная резка;</li><li>- Применение в датчиках и изоляторах.</li></ul>
5	<b>Умные материалы</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"><li>- Материалы с памятью формы (Ni-Ti сплавы);</li><li>- Пьезоэлектрики и электроактивные полимеры;</li><li>- Магнитострикционные материалы;</li><li>- Применение в актуаторах и сенсорах.</li></ul>
6	<b>Наноматериалы</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"><li>- Углеродные нанотрубки и графен;</li><li>- Нанокompозиты: усиление механических свойств;</li><li>- Наносенсоры и гибкая электроника.</li></ul>
7	<b>Полупроводниковые материалы</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"><li>- Кремний, арсенид галлия, нитрид галлия;</li><li>- Терморегуляция в электронике;</li><li>- Гибкие и прозрачные полупроводники.</li></ul>
8	<b>Магнитные материалы</b> Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"><li>- Постоянные магниты (Nd-Fe-B, Sm-Co);</li><li>- Мягкие магнитные материалы;</li></ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Магнитные жидкости в демпферах;</li> <li>- Альтернативы редкоземельным магнитам.</li> </ul>
9	<p><b>Биосовместимые материалы</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Титан, РЕЕК, биоразлагаемые полимеры;</li> <li>- Тесты на биосовместимость (ISO 10993);</li> <li>- Биомиметические материалы.</li> </ul>
10	<p><b>Материалы для хранения энергии</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Литий-ионные батареи и суперконденсаторы;</li> <li>- Твердотельные электролиты.</li> </ul>
11	<p><b>Лёгкие материалы</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Алюминий vs; композиты: сравнение;</li> <li>- Сотовая структура и металлические пены;</li> <li>- Оптимизация веса.</li> </ul>
12	<p><b>Высокотемпературные материалы</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Жаропрочные сплавы и керамика;</li> <li>- Тепловые барьеры и охлаждение;</li> <li>- Деформация при циклических нагрузках.</li> </ul>
13	<p><b>Функциональные покрытия</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Антикоррозионные и износостойкие покрытия;</li> <li>- Теплопроводящие и диэлектрические слои;</li> <li>- Применение в экстремальных условиях.</li> </ul>
14	<p><b>Аддитивные технологии</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Металлическая 3D-печать (SLM, DMLS);</li> <li>- Полимерные и керамические методы;</li> <li>- Топологическая оптимизация структур;</li> <li>- Постобработка и контроль качества.</li> </ul>
15	<p><b>Самовосстанавливающиеся материалы</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Микрокапсулы с полимерами;</li> <li>- Реверсивные химические связи.</li> </ul>
16	<p><b>Устойчивое материаловедение</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Рециклинг металлов и полимеров;</li> <li>- Биоразлагаемые композиты;</li> <li>- Оценка жизненного цикла (LCA);</li> <li>- Стандарты RoHS, REACH.</li> </ul>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Анализ механических свойств материалов
2	3D-печать полимерных деталей В результате выполнения практического занятия студенты: - Спроектируют 3D-модель простого компонента (например, шестерни или корпуса сенсора); - Освоят настройку параметров FDM-печати (температура, скорость, заполнение); - Изготовят деталь и оценят её геометрическую точность и прочность; - Проанализируют ограничения полимеров для динамических нагрузок.
3	Работа с композитными материалами В результате выполнения практического занятия студенты: - Рассчитают удельную прочность композитов; - Предложат применение композитов в конструкции.
4	Тепловые расчёты для электроники В результате выполнения практического занятия студенты: - Смоделируют тепловыделение в микроконтроллере робота с помощью ПО (например, ANSYS Thermal). - Подберут материалы для радиаторов (алюминий, медь, композиты) на основе теплопроводности; - Рассчитают необходимое охлаждение для предотвращения перегрева.
5	Коррозия и защита металлов В результате выполнения практического занятия студенты: - Сравнят стойкость алюминия, стали и магниевых сплавов; - Разработают рекомендации по защите корпусов для работы в агрессивных средах.
6	Оптимизация веса конструкции В результате выполнения практического занятия студенты: - Спроектируют легковесную конструкцию кронштейна для робота-манипулятора; - Используют методы топологической оптимизации в CAD-программах; - Сравнят прочность моделей из алюминия, титана и композитов; - Рассчитают экономию энергии при снижении массы мобильного робота.
7	Утилизация и экология В результате выполнения практического занятия студенты: - Проанализируют жизненный цикл литий-ионной батареи (добыча, производство, утилизация); - Изучат технологии переработки полимеров и металлов; - Оценят соответствие проекта экологическим стандартам (RoHS, REACH).

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Текущая подготовка к практическим занятиям.
2	Изучение дополнительной литературы.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Молотников, В. Я. Механика конструкций. Теоретическая механика. Сопротивление материалов : учебное пособие / В. Я. Молотников. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1327-0.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211064">https://e.lanbook.com/book/211064</a> (дата обращения: 06.05.2025). – Текст: электронный.
2	Кузнецов, В. Г. Новые конструкционные материалы : учебное пособие / В. Г. Кузнецов, Г. А. Аминова. — Казань : КНИТУ, 2020. — 472 с. — ISBN 978-5-7882-2812-9.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/196133">https://e.lanbook.com/book/196133</a> (дата обращения: 27.05.2025). – Текст: электронный.
3	Солнцев, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении : учебник для вузов / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пирайнен. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 664 с. — ISBN 978-5-507-47646-6.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/399746">https://e.lanbook.com/book/399746</a> (дата обращения: 27.05.2025). – Текст: электронный..

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>);

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru/>);

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>);

Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс», «Гарант»;

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер);

Операционная система Microsoft Windows;

Microsoft Office;

Kompas 3D.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 4 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, к.н. кафедры «Технология  
транспортного машиностроения и  
ремонта подвижного состава»

А.Ю. Омаров

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТМиРПС  
Председатель учебно-методической  
комиссии

М.Ю. Куликов

С.В. Володин