

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
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: 01.06.2026

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-1 - Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности, используя методы естественных наук, математического анализа и моделирования;

ПК-1 - Способен разрабатывать проектную, конструкторскую, монтажную, эксплуатационную, ремонтную техническую документацию на автоматизированные и роботизированные технологические комплексы и линии;

ПК-2 - Способен разрабатывать проектную, конструкторскую, монтажную, эксплуатационную, ремонтную, техническую документацию на мехатронные модули, роботы, робототехнические устройства и их механические подсистемы.

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 4 з.е. (144 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 №7 |
| 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 96 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 | Введение в современные конструкционные материалы Рассматриваемые вопросы: - Основные требования к материалам: механические, термические, электрические свойства; - Классификация материалов: металлы, полимеры, керамика, композиты, «умные» материалы; - Тенденции развития материаловедения: наноматериалы, биоразлагаемые материалы; - Стандарты и методы тестирования материалов. |
| 2 | Металлы и сплавы в робототехнике Рассматриваемые вопросы: - Алюминиевые, титановые сплавы и высокопрочные стали; - Применение: каркасы, шарниры, приводы; - Методы обработки: литьё, аддитивное производство; - Коррозия и методы защиты; - Магниевого сплавы: преимущества и ограничения. |
| 3 | Полимеры и композиты Рассматриваемые вопросы: - Термопласты и реактопласты: свойства и применение; - Углепластики и стеклопластики: прочность и лёгкость; - 3D-печать полимерными материалами; - Дegradация полимеров под нагрузкой и температурой. |
| 4 | Керамика и стекло Рассматриваемые вопросы: - Высокотемпературная керамика: оксиды, нитриды; - Сверхтвёрдые материалы (алмазоподобные покрытия); - Технологии обработки: спекание, лазерная резка; - Применение в датчиках и изоляторах. |
| 5 | Умные материалы Рассматриваемые вопросы: - Материалы с памятью формы (Ni-Ti сплавы); - Пьезоэлектрики и электроактивные полимеры; - Магнитострикционные материалы; - Применение в актуаторах и сенсорах. |
| 6 | Наноматериалы Рассматриваемые вопросы: - Углеродные нанотрубки и графен; - Нанокompозиты: усиление механических свойств; - Наносенсоры и гибкая электроника. |
| 7 | Полупроводниковые материалы Рассматриваемые вопросы: |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Кремний, арсенид галлия, нитрид галлия; - Терморегуляция в электронике; - Гибкие и прозрачные полупроводники. |
| 8 | <p>Магнитные материалы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Постоянные магниты (Nd-Fe-B, Sm-Co); - Мягкие магнитные материалы; - Магнитные жидкости в демферах; - Альтернативы редкоземельным магнитам. |
| 9 | <p>Биосовместимые материалы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Титан, РЕЕК, биоразлагаемые полимеры; - Тесты на биосовместимость (ISO 10993); - Биомиметические материалы. |
| 10 | <p>Материалы для хранения энергии</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Литий-ионные батареи и суперконденсаторы; - Твердотельные электролиты. |
| 11 | <p>Лёгкие материалы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Алюминий vs; композиты: сравнение; - Сотовая структура и металлические пены; - Оптимизация веса. |
| 12 | <p>Высокотемпературные материалы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Жаропрочные сплавы и керамика; - Тепловые барьеры и охлаждение; - Деформация при циклических нагрузках. |
| 13 | <p>Функциональные покрытия</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Антикоррозионные и износостойкие покрытия; - Теплопроводящие и диэлектрические слои; - Применение в экстремальных условиях. |
| 14 | <p>Аддитивные технологии</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Металлическая 3D-печать (SLM, DMLS); - Полимерные и керамические методы; - Топологическая оптимизация структур; - Постобработка и контроль качества. |
| 15 | <p>Самовосстанавливающиеся материалы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Микрокапсулы с полимерами; - Реверсивные химические связи. |
| 16 | <p>Устойчивое материаловедение</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Рециклинг металлов и полимеров; - Биоразлагаемые композиты; - Оценка жизненного цикла (LCA); - Стандарты RoHS, REACH. |

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: https://e.lanbook.com/book/211064 (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: https://e.lanbook.com/book/196133 (дата обращения: 27.05.2025). – Текст: электронный. |
| 3 | Солнцеv, Ю. П. Специальные материалы в машиностроении : учебник для вузов / Ю. П. Солнцеv, Е. И. Пряхин, В. Ю. Пиирайнен. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 664 с. — ISBN 978-5-507-47646-6. | URL: https://e.lanbook.com/book/399746 (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 7 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 «Транспортное
машиностроение, сертификация и
управление инновациями»

А.Ю. Омаров

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТТМиРПС

М.Ю. Куликов

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин