

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 специалитета
по специальности
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Системы управления электронными преобразователями подвижного
состава ВСМ**

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Инжиниринг подвижного состава
высокоскоростных железнодорожных
магистралей

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: 5214
Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег
Евгеньевич
Дата: 03.12.2025

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины "Системы управления электронными преобразователями подвижного состава ВСМ" являются:

- изучение математического описания и моделирования преобразовательной техники и электрических машин в векторном представлении;

- освоить принципы построения электроприводов и законов их управления на основе теории автоматического управления и синтеза замкнутых систем управления, математического описания электрических машин постоянного и переменного тока, широтно-импульсных преобразователей, автономных инверторов.

Задачей освоения учебной дисциплины "Системы управления электронными преобразователями подвижного состава ВСМ" является:

- освоение тяговых электрических машин высокоскоростного транспорта;

- освоения студентами систем управления электроприводами постоянного и переменного тока.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-2 - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

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

Знать:

математические основы и способы построения моделей трансформаторов, электрических машин постоянного и переменного тока, преобразователей постоянного тока, выпрямителей, инверторов, законы, способы и алгоритмы управления в системах управления электроприводами постоянного и переменного тока.

Уметь:

формировать модели систем электропривода постоянного и переменного тока, производить настройку и отладку систем управления электроприводов

Владеть:

прикладным программным обеспечением для построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока

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 №9 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 48 | 48 |
| В том числе: | | |
| Занятия лекционного типа | 16 | 16 |
| Занятия семинарского типа | 32 | 32 |

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 | <p>Электропривод переменного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конструкции и основные характеристики машин переменного тока; - пространственное преобразование векторов; - неподвижная и вращающаяся система координат и их преобразование; - принцип формирования электроприводов переменного тока в системах автоматического управления. |
| 2 | <p>Математическое описание асинхронной машины (АМ).</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - системы дифференциальных уравнений АМ в неподвижной и вращающейся системах координат. |
| 3 | <p>Система относительных единиц.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчет параметров модели АМ по паспортным данным; - функциональные модели АМ в неподвижной и вращающейся системах координат. |
| 4 | <p>Виртуальные модели АМ.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - полупроводниковые преобразователи в электроприводе переменного тока; - автономные инверторы; - принцип построения; - функциональные и виртуальные модели в системах электропривода переменного тока. |
| 5 | <p>Способы представления электромагнитной системы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - законы управления асинхронным электроприводом; - скалярное управление. |
| 6 | <p>Векторное управление асинхронным электроприводом.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные принципы. Управление с ориентацией по полю (Field Oriented Control); - асинхронный привод с токовым управлением; - пример построения модели. |
| 7 | <p>Прямое управление моментом (Direct Torque Control) в асинхронном электроприводе.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - примеры построения и настройки моделей современных систем асинхронного электропривода. |
| 8 | <p>Синхронные двигатели с постоянными магнитами (PMSM).</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конструкции, основные характеристики; - математическое описание и примеры моделей приводов с PMSM. |

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|-------|--|
| 1 | <p>Исследование однофазного (мостового) инвертора с симметричным законом управления</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - построение модел; - быстрое преобразование Фурье; |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|----------|---|
| | - гармонический анализ токов и напряжений инвертора; - построение и анализ внешней, регулировочной характеристик инвертора. |
| 2 | Исследование однофазного (мостового) инвертора с несимметричным законом управления. Рассматриваемые вопросы: - построение модели; - гармонический анализ токов и напряжений инвертора; - построение и анализ внешней, регулировочной характеристик инвертора. |
| 3 | Исследование трехфазного (мостового) инвертора с симметричным законом управления. Рассматриваемые вопросы: - построение модели; - гармонический и спектральный анализ токов и напряжений инвертора; - построение и анализ внешней, регулировочной характеристик инвертора. |
| 4 | семестр Функциональные модели асинхронного двигателя Рассматриваемые вопросы: - построение моделей асинхронного двигателя на основе дифференциальных уравнений в неподвижной и вращающейся системе координат; - обобщенная модель АД с преобразованием координат из вращающихся в неподвижные. |
| 5 | семестр Виртуальная модель асинхронного двигателя. Рассматриваемые вопросы: - построение модели АД с использованием библиотечных блоков; - расчет параметров АД по паспортным данным; - расчет и построение механической и рабочих характеристик. |
| 6 | Асинхронный электропривод с синусоидальной ШИМ и преобразованием координат. Рассматриваемые вопросы: - построение модели подсистемы синусоидальной широтно-импульсной модуляции и включение ее в модель асинхронного двигателя; - анализ характеристик при изменении параметров модуляции и нагрузки. |
| 7 | Асинхронный электропривод с векторной широтно-импульсной модуляцией. Рассматриваемые вопросы: - построение модели подсистемы пространственно-векторной широтно-импульсной модуляции и включение ее в модель асинхронного двигателя; - анализ характеристик при изменении параметров нагрузки. |
| 8 | Синхронный электропривод с полеориентированным управлением и ослаблением поля (PMSM Field Weakening Control). Рассматриваемые вопросы: - анализ структуры и алгоритма управления моментом и скоростью вращения синхронного двигателя с постоянными магнитами; - принцип регулирования проекций тока статора и ослабления поля возбуждения для двух типов синхронных машин с постоянными магнитами: с внутренним и внешним ротором. |

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы |
|----------|------------------------------------|
| 1 | Подготовка к лабораторным работам. |

| № п/п | Вид самостоятельной работы |
|-------|--|
| 2 | Работа с лекционным материалом |
| 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 | Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебник для вузов / С. Г. Герман-Галкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 444 с. — ISBN 978-5-507-50698-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. | URL: https://e.lanbook.com/book/457226 (дата обращения: 03.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 2 | Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink / И. В. Черных. — Москва : ДМК Пресс, 2007. — ISBN 5-94074-395-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. | « https://e.lanbook.com/book/1175 (дата обращения: 03.12.2025). |

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

Информационный портал Экспонента (<https://exponenta.ru/>);
научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru)
Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>)

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

Требуется лицензионное программное обеспечение MATLAB 2020 с полны комплект приложений Simulink, Simscape, а также полный комплект MicrosoftOffice (Word, Excel, PowerPoint, Visio, MSProject)

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

Лабораторные стенды по исследованию систем электроприводов постоянного и переменного тока

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 9 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Электропоезда и локомотивы»

А.Н. Фиронов

Согласовано:

Директор

О.Н. Покусаев

Заведующий кафедрой ЭлЛ

О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов