

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**В. В. Кибартас**

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ**

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины Design of Electrical Drives / Проектирование электроприводов для студентов магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / Electrical Power Engineering and Electrical Engineering

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2023

УДК 62-523

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»  
М.С. Харитонов

**Кибартас, В. В.**

Проектирование электроприводов: учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины «Design of Electrical Drives / Проектирование электроприводов» для студентов магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / Electrical Power Engineering and Electrical Engineering / **В. В. Кибартас**. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 18 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины содержится рекомендация по изучению теоретического материала и самостоятельной подготовке, дано описание видов текущего контроля, критерии оценок и условия допуска к промежуточной аттестации.

Табл. – 2, список литературы – 5 наименований.

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства 28.06.2023 г., протокол № 10

УДК 62-523

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Калининградский  
государственный технический  
университет», 2023 г.

© Кибартас В.В., 2023 г.

## Оглавление

Введение .....	4
1 Тематический план дисциплины .....	7
2 Содержание дисциплины.....	7
Тема 1. Основы электропривода. Механика электропривода .....	7
Тема 2. Электромеханические свойства двигателей .....	8
Тема 3. Регулирование координат электропривода.....	10
Тема 4. Энергетика электропривода. Основы выбора электродвигателей .....	11
3 Методические указания по самостоятельной работе студентов .....	12
Заключение.....	14
Библиографический список.....	15
Приложение № 1 .....	16

## Введение

Дисциплина «Design of Electrical Drives / Проектирование электроприводов» обеспечивает формирование у обучающихся знаний, умений и навыков для поиска компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности, при оптимизации параметров и режимов объектов.

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся готовности к использованию системы знаний в области теории и практики электромеханического преобразования энергии, лежащего в основе современной электроэнергетики.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение принципов построения систем электропривода, областей применения и основных тенденций развития элементной базы электроприводов;
- освоение методов определения оптимальных параметров элементов электроприводов;
- изучение методов построения функциональных схем электроприводов и расчета электромеханических систем для обеспечения заданных режимов работы;
- формирование навыков эксплуатации, управления режимами и задания оптимальных параметров систем частотно-регулируемого электропривода.

По завершении изучения дисциплины «Design of Electrical Drives / Проектирование электроприводов» у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

### Знать:

- принцип действия современных типов электрических машин;
- особенности их конструкции;
- уравнения, схемы замещения и характеристики электрических машин;

### Уметь:

- использовать полученные знания при решении практических задач по эксплуатации электрических машин;

### Владеть:

- навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин.

### *Текущая и промежуточная аттестация студентов*

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;

- задания и контрольные вопросы по темам лабораторных работ.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в формах курсового проекта и экзамена, соответственно относятся:

- задания по курсовому проекту;
- вопросы к экзамену.

Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам по дисциплине приведены в соответствующем учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ.

Курсовой проект по дисциплине является составным элементом промежуточной аттестации по модулю «Electrical Machines / Электрические машины». Целью курсового проекта является проектирование электропривода в соответствии с заданной нагрузочной диаграммой и тахограммой производственного механизма. Задания и указания по выполнению курсового проекта по дисциплине приведены в соответствующем учебно-методическом пособии. Защита курсового проекта проводится в форме публичного выступления с докладом по результатам курсового проектирования. По итогам выполнения и защиты курсового проекта оценка выставляется по пятибалльной шкале в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Промежуточная аттестация по дисциплине является составным элементом промежуточной аттестации по модулю «Electrical Machines / Электрические машины». Промежуточная аттестация по модулю проводится в форме экзамена. Экзамен проходит в форме ответа на экзаменационные вопросы, содержащиеся в экзаменационном билете. Перечень вопросов к экзамену приведен в фонде оценочных средств по модулю. Оценка за экзамен выставляется по пятибалльной шкале в соответствии с критериями, представленными в таблице 1. Допуск студентов к экзамену осуществляется при условии выполнения и защиты всех лабораторных работ с учетом результатов текущего контроля успеваемости.

### *Критерии оценивания результатов освоения дисциплины*

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного	Обладает полной знаний и системным взглядом на изучаемый объект

	собой (только некоторые из которых может связывать между собой)		взгляда на изучаемый объект	
<b>2 Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

### *Структура учебно-методического пособия*

Структура учебно-методического пособия включает тематический план дисциплины, содержание каждой темы дисциплины, указания для самостоятельной работы студентов, библиографический список. По каждой теме дисциплины в учебно-методическом пособии приводятся: методические указания по проведению занятия, список рекомендуемой литературы и методические материалы к занятию. В приложении приведены контрольные вопросы по дисциплине.

## 1 Тематический план дисциплины

Темы занятий приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Разделы и темы занятий по дисциплине

№ п/п	Темы занятий по дисциплине
1	<b>Тема 1.</b> Основы электропривода. Механика электропривода
2	<b>Тема 2.</b> Электромеханические свойства двигателей
3	<b>Тема 3.</b> Регулирование координат электропривода
4	<b>Тема 4.</b> Энергетика электропривода. Основы выбора электродвигателей

Примечание: Чтение лекций осуществляется традиционным способом с использованием технических средств обучения.

## 2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Основы электропривода. Механика электропривода

*Методические указания по проведению занятия:*

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Понятие электропривода.
2. Классификация электропривода.
3. Кинематические и расчетные схемы.
4. Типовые статические нагрузки.
5. Уравнение движения.

*Вопросы для самоконтроля по теме:*

1. Область применения электропривода.
2. Что представляет собой преобразовательное устройство?
3. По каким признакам классифицируют электропривод?
4. Что включает в себя механическая часть электропривода?
5. Что представляет собой кинематическая схема?
6. Для чего используют расчетные схемы?
7. Что является нагрузкой для электропривода?
8. Перечислите типовые статические нагрузки и приведите их

механические характеристики.

9. Какие нагрузки электропривода относят к реактивным?
10. Поясните физический смысл уравнения движения для одномассовой системы.

Рекомендуемая литература:

1. Проектирование электрических машин: [учебник для электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов] / И.П.Копылов [и др.]; под редакцией И.П. Копылов. – 4-е изд. перераб. и доп. – Москва: Высшая школа 2005. – 767с.

2. Бекишев, Р. Ф. Электропривод: учебное пособие для вузов / Р. Ф. Бекишев, Ю. Н. Дементьев. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 301 с. — (Высшее образование). -ISBN 978-5-534-00514-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт

3. Сысенко, В. Т. Автоматизированный электропривод: учебно-методическое пособие / В. Т. Сысенко. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 52 с. — ISBN 978-5-7782-3963-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS

## **Тема 2. Электромеханические свойства двигателей**

*Методические указания по проведению занятия:*

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Электромеханическое преобразование энергии.
2. Электродвигатели постоянного тока.
3. Асинхронные электродвигатели.
4. Синхронные электродвигатели.

*Вопросы для самоконтроля по теме:*

1. В каких режимах может работать электромеханический преобразователь?
2. Для чего используются генераторные режимы в электроприводе?
3. Какие допущения принимают при математическом описании процессов, протекающих в электродвигательном устройстве.

4. Что представляет собой обобщенная электрическая машина?
5. Из каких основных частей состоит электромеханический преобразователь?
6. Дайте определение электромеханической и механической характеристикам?
7. Характерные точки механической характеристики ДПТ НВ.
8. Что характеризует жесткость механической характеристики?
9. Возможно ли увеличение напряжения якорной обмотки двигателя постоянного тока независимого возбуждения вверх от номинального значения? Поясните.
10. Как влияет уменьшение магнитного потока на скорость идеального холостого хода  $\omega_0$  двигателя постоянного тока независимого возбуждения?
11. Назовите характерные точки механической характеристики АД. Каков их смысл?
12. Изобразите семейство механических характеристик АД при изменении напряжения питания вниз от номинального значения.
13. В каких пределах можно изменять частоту питающей сети для регулирования скорости вращения асинхронного двигателя?
14. Почему для математического описания синхронной машины используют описание обобщенной машины в осях  $d, q$ ?
15. Какими способами можно регулировать скорость вращения синхронного электродвигателя?

*Рекомендуемая литература:*

1. Проектирование электрических машин: [учебник для электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов ] /И.П.Копылов [и др.]; под редакцией И.П. Копылов. – 4-е изд. перераб. и доп. –Москва: Высшая школа 2005. – 767с.
2. Проектирование электрических машин: учеб. для вузов. – В 2-х кн.: Кн. 2/ И.П. Копылов, Б.К. Клоков, В.П. Морозкин, Б.Ф. Токорев; Под ред. И.П. Копылова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1993, 384 с.
3. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: [ учебник для электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов ] / И.П. Копылов 3-е изд. перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 2001. – 327с.
4. Бекишев, Р. Ф. Электропривод: учебное пособие для вузов / Р. Ф. Бекишев, Ю. Н. Дементьев. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 301 с. — (Высшее образование). -ISBN 978-5-534-00514-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт
5. Симаков, Г. М. Системы расчета автоматизированного электропривода: учебное пособие / Г. М. Симаков, Ю. В. Панкрац, Д. А. Котин. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 147 с. — ISBN 978-5-7782-3866-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная

### Тема 3. Регулирование координат электропривода

*Методические указания по проведению занятия:*

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Основные показатели качества и способы регулирования координат ЭП.
2. Преобразовательные устройства.
3. Законы частотного управления электроприводом переменного тока.
4. Выбор преобразователя частоты.

*Вопросы для самоконтроля по теме:*

Перечислите основные показатели качества регулирования.

Кратко опишите принципы регулирования: разомкнутое и замкнутые по отклонению и возмущению.

Типы преобразователей электрической энергии и перспективная область их применения.

Какие преобразовательные устройства используются в электроприводе постоянного тока?

Поясните зависимость перегрузочной способности асинхронного электродвигателя при различных способах регулирования его координат

Какие преобразовательные устройства используются в электроприводе переменного тока?

Устройство двухзвенного преобразователя частоты.

Принцип частотного регулирования скорости асинхронного двигателя.

На основе какого принципа реализуется плавное регулирование координат синхронного электродвигателя?

Назовите основные параметры электродвигателя, по которым производится выбор частотного преобразователя.

*Рекомендуемая литература:*

1. Проектирование электрических машин: [учебник для электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов] / И.П.Копылов [и др.]; под

редакцией И.П. Копылов. – 4-е изд. перераб. и доп. – Москва: Высшая школа 2005. – 767с.

2. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: [ учебник для электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов ] / И.П. Копылов 3-е изд. перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 2001. – 327с.

3. Бекишев, Р. Ф. Электропривод: учебное пособие для вузов / Р. Ф. Бекишев, Ю. Н. Дементьев. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 301 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-00514-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт

4. Сысенко, В. Т. Автоматизированный электропривод : учебно-методическое пособие / В. Т. Сысенко. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 52 с. — ISBN 978-5-7782-3963-0. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS

5. Симаков, Г. М. Системы расчета автоматизированного электропривода: учебное пособие / Г. М. Симаков, Ю. В. Панкрац, Д. А. Котин. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 147 с. — ISBN 978-5-7782-3866-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS

#### **Тема 4. Энергетика электропривода. Основы выбора электродвигателей**

*Методические указания по проведению занятия:*

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Потери в электроприводе.
2. Режимы работы электропривода.
3. Основы выбора электродвигателей.

*Вопросы для самоконтроля по теме:*

1. Назовите основные энергетические показатели ЭП.
2. Перечислите потери в электроприводе и причины их возникновения.
3. Как классифицируются режимы работы электродвигателя по условиям нагрева?

4. Назовите основные критерии, определяющие выбор электродвигателя по мощности.
5. Что характеризует постоянная времени нагрева электродвигателя?
6. В чем заключается метод эквивалентных величин при проверке электродвигателя по нагреву?
7. На что влияет неправильный выбор мощности электродвигателя?
8. Из чего складываются переменные потери?
9. Что такое продолжительность включения?
10. Как изменяется КПД электродвигателя при изменении нагрузки?

*Рекомендуемая литература:*

1. Проектирование электрических машин: [учебник для электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов ] / И.П. Копылов [и др.]; под редакцией И.П. Копылов. – 4-е изд. перераб. и доп. – Москва: Высшая школа 2005. – 767с.

2. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: [ учебник для электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов ] / И.П. Копылов 3-е изд. перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 2001. – 327с.

3. Бекишев, Р. Ф. Электропривод: учебное пособие для вузов / Р. Ф. Бекишев, Ю. Н. Дементьев. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 301 с. — (Высшее образование). -ISBN 978-5-534-00514-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт

4. Терёхин, В. Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink : учебное пособие для вузов / В. Б. Терёхин, Ю. Н. Дементьев. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 306 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06858-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт

5. Симаков, Г. М. Системы расчета автоматизированного электропривода: учебное пособие / Г. М. Симаков, Ю. В. Панкрац, Д. А. Котин. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 147 с. — ISBN 978-5-7782-3866-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS

### **3 Методические указания по самостоятельной работе студентов**

Самостоятельная работа студентов – это планируемая работа, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, является одним из основных видов деятельности обучающихся. Самостоятельная работа студентов включает в себя изучение лекционного материала и первоисточников, подготовку ко всем видам аудиторных занятий, текущему контролю и промежуточной аттестации.

Целью самостоятельной работы является более глубокое изучение студентами отдельных вопросов дисциплины с использованием рекомендуемой дополнительной литературы и других информационных источников.

Задачами самостоятельной работы обучающихся являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать научно-техническую, нормативную и справочную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности, творческой инициативы, ответственности и организованности.

Основными формами внеаудиторной самостоятельной работы, используемыми при изучении дисциплины «Design of Electrical Drives / Проектирование электроприводов», являются:

- изучение программного материала дисциплины (работа с учебником, конспектом лекции и иными информационными ресурсами);
- изучение и конспектирование рекомендуемых источников;
- работа с электронными информационными ресурсами (ЭИОС КГТУ) и ресурсами Internet;
- работа с компьютерными программами;
- получение консультаций по вопросам изучаемой дисциплины (аудиторно, в дни консультаций по расписанию; в любой доступной форме в электронной образовательной среде ЭИОС КГТУ и другими доступными способами);
- поиск (подбор) литературы (в том числе электронных источников информации) по заданной теме;
- подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации обучающиеся могут воспользоваться электронной библиотекой Университета, где имеется возможность получить доступ к учебно-методическим материалам как библиотеки Университета, так и иных электронных библиотечных систем. Также студенты могут взять на дом необходимую литературу на абонементе или воспользоваться читальным залом. Ответы на вопросы, выносимые для самостоятельного изучения (повторения), должны быть кратко законспектированы в тетради для лекций. При подготовке к лабораторным работам студентам рекомендуется изучить соответствующий лекционный материал, а также вопросы, выносимые для самостоятельного изучения.

## **Заключение**

В учебно-методическом пособии даны рекомендации по изучению дисциплины «Design of Electrical Drives / Проектирование электроприводов». Объем сведений, рассматриваемых на аудиторных занятиях по данной дисциплине, обеспечивает формирование базового уровня знаний и умений студентов и предполагает значительный объем самостоятельной работы для более широкого и качественного освоения основных тем дисциплины.

В пособии содержатся рекомендации по изучению теоретического материала и самостоятельной подготовке. Знания, умения и навыки в соответствующем разделе электроэнергетики и электротехники, приобретенные в ходе изучения дисциплины, позволят будущим специалистам в дальнейшем успешно решать практические задачи в профессиональной деятельности.

## Библиографический список

1. Проектирование электрических машин: [учебник для электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов ] / И.П. Копылов [и др.]; под редакцией И.П. Копылов. – 4-е изд. перераб. и доп. – Москва: Высшая школа 2005. – 767с.
2. Хуторецкий, Г. М. Проектирование турбогенераторов [Текст] / Г. М. Хуторецкий; авт.: Токов, М. И., Толвинская, Е. В. - Ленинград: Энергоатомиздат, 1987. - 256 с.
3. Проектирование электрических машин: Учеб. для вузов. - В 2-х кн.:кн.1 / И.П. Копылов, Б.К. Клоков, В.П. Морозкин, Б.Ф. Токорев; под ред. И.П. Копылова.- 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатом издат,1993. - 464 с.
4. Проектирование электрических машин: Учеб. для вузов. – В 2-х кн.: Кн. 2 / И.П. Копылов, Б.К. Клоков, В.П. Морозкин, Б.Ф. Токорев; Под ред. И.П. Копылова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1993. – 384 с.
5. Копылов, И.П. Математическое моделирование электрических машин: [ учебник для электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов ] / И.П. Копылов 3-е изд. перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 2001. – 327 с.

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ»**

1. Составление расчетных схем механической части с сосредоточенными и распределенными параметрами.
2. Типовые нагрузки механической части электропривода.
3. Активные и реактивные моменты и силы. Вязкое трение, вентиляторная нагрузка.
4. Уравнение движения механической части.
5. Основное уравнение движения электропривода.
6. Механическая часть как объект управления. Структурные схемы, передаточные функции и частотные характеристики.
7. Механические переходные процессы электропривода.
8. Пуск, реверс, торможение, выбег. Формирование требуемых законов движения рабочего органа механизма.
9. Динамические нагрузки электропривода.
10. Особенность приведения динамических моментов и сил при жестких механических связях. Влияние упругих связей и кинематических зазоров.
11. Обобщенная электрическая машина.
12. Уравнение механической характеристики в реальных переменных.
13. Координатные преобразования переменных.
14. Уравнение механической характеристики в переменных, преобразованных к координатным осям  $x$ ,  $y$ .
15. Режимы преобразования энергии.
16. Электромеханическая и механическая характеристики линеаризованного электромеханического преобразователя.
17. Ограничения, накладываемые на режимы преобразования энергии.
18. Обобщенная модель машины постоянного тока с независимым возбуждением и вентильного двигателя. Уравнения, описывающие механическую характеристику.
19. Естественные и искусственные статические характеристики двигателей постоянного тока с независимым возбуждением. Влияние реакции якоря.
20. Электромеханический преобразователь постоянного тока с независимым возбуждением как объект управления. Каналы управления полем и цепью якоря, их особенности.
21. Статические электромеханические и механические характеристики двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. Естественные и искусственные характеристики.
22. Особенности характеристики двигателя постоянного тока со смешанным возбуждением.
23. Обобщенная модель асинхронной машины. Схемы замещения, векторные диаграммы.
24. Естественные и искусственные статические характеристики асинхронного двигателя при питании от сети.

25. Асинхронный двигатель как объект управления при питании от источника напряжения и источника тока.
26. Статические характеристики асинхронного двигателя при питании от источника тока.
27. Динамическое торможение асинхронного двигателя.
28. Обобщенная модель синхронного двигателя.
29. Уравнение угловой характеристики, его линеаризация. Шаговый режим работы синхронной машины.
30. Энергетика регулируемого электропривода и выбор мощности двигателя.
31. Факторы, определяющие выбор мощности электродвигателя.
32. Нагрузочные диаграммы электроприводов.
33. Потери энергии в двигателях в статических и динамических режимах.
34. Тепловые процессы в электрическом двигателе.
35. Выбор мощности двигателя для длительного режима работы.
36. Выбор мощности двигателя для повторно-кратковременного режима.
37. Выбор мощности двигателя для кратковременного режима работы.
38. Выбор мощности двигателя для привода с пиковой нагрузкой.
39. Разомкнутая электромеханическая система как объект управления
40. Электромеханические переходные процессы
41. Способы регулирования переменных и их основные показатели: точность, диапазон, плавность, экономичность.
42. Динамические показатели качества регулирования. Ограничения при регулировании координат.
43. Система генератор-двигатель (Г-Д). Характеристики элементов, параметры электропривода, структурные схемы.
44. Система вентильный преобразователь (система П-Д, ТП-Д).
45. Система преобразователь частоты – асинхронный двигатель. Характеристики элементов, структурные схемы, законы регулирования.
46. Обобщенная система управляемый преобразователь двигатель (УП-Д).
47. Свойства электропривода при стандартных настройках контуров регулирования инженерным методом последовательной коррекции.
48. Свойства электропривода при стандартной настройке контура регулирования момента на технический оптимум.
49. Регулирование скорости в разомкнутой системе электропривода.
50. Регулирование скорости ослаблением поля двигателей.
51. Свойства электропривода при стандартных настройках контура регулирования скорости на технический и симметричный оптимум.
52. Особенности регулирования скорости в системе Г-Д. Двухзонное регулирование скорости в системах Г-Д и ТП-Д.
53. Особенности автоматического регулирования скорости асинхронного электропривода. Система ТРН-АД.
54. Частотное регулирование скорости асинхронного электропривода.
55. Принцип ориентирования по полю при регулировании скорости электропривода переменного тока.
56. Регулирование положения.

Локальный электронный методический материал

Виктор Витаутасович Кибартас

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

*Редактор И. Голубева*

Уч.-изд. л. 1,2. Печ. л. 1,1.

Издательство федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет».  
236022, Калининград, Советский проспект, 1