



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный Электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)



ПОТВЕРЖДАЮ

Директор департамента образования

С.А. Галунин

15 сентября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ЭЛЕКТРОПРИВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ»

для подготовки бакалавров

по направлению

15.03.06 «МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА»

по профилю

«Мехатроника»

Санкт-Петербург

2020

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчик

к.т.н., доцент



Л.П. Козлова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РАПС
16.09.2020, протокол № 5

Заведующий кафедрой РАПС

д.т.н., доцент




М.П. Белов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФЭА, 30.09.2020, протокол № 2

Председатель УМК ФЭА

к.т.н., доцент



Ю.В. Сентябрев

Согласовано:

Начальник ОМОЛА



О.В. Загороднюк

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	РАПС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Лабораторные занятия (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	86
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	58
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ЭЛЕКТРОПРИВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ»

Изучается электрический привод (ЭП), применяемый в промышленных роботах, их принцип действия, как объектов регулирования; принцип построения схем управления ЭП; отличительные особенности и структура системы ЭП; применение, эксплуатация и выбор ЭП; использование приближенных методов расчета и выбора основных элементов ЭП; проведение типовых лабораторных испытаний ЭП. Рассматриваются примеры расчета, исследования и выбора ЭП.

SUBJECT SUMMARY

«ELECTRIC DRIVE OF MANIPULATOR ROBOTS»

The electric drive of manipulator robots (EDMR), used in industrial robots, their operation principle as objects of regulation is studied; The principle of building control schemes for EDMR; Distinctive features and structure of the EDMR system; Application, operation and selection of EDMR; Use approximate methods of calculation and selection of basic elements of EDMR; Conducting typical laboratory tests of EDMR. Examples of calculation, research and selection of EDMR are considered.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Изучение знаний назначения и видов ЭП, применяемых в промышленных роботах, их схем включения, основных параметров, характеристик и свойств, математического описания.
2. Формирование навыков построения схем автоматизированного ЭП для промышленных роботов.
3. Освоение использования приближенных методов расчета и выбора основных элементов ЭП, навыков проведения лабораторных испытаний ЭП, использования полученных знаний, умения и навыков в своей профессиональной деятельности при решении практических задач при использовании ЭП.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Теоретические основы электротехники»
2. «Теория автоматического управления»
3. «Электрический привод»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Моделирование систем управления»
2. «Проектирование деталей мехатронных модулей и роботов»
3. «Электротехническое проектирование»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-7	Способен производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием
<i>ПК-7.4</i>	<i>Производит расчёт исполнительной системы манипуляционного робота и синтез систем управления для мехатронных и роботизированных технологических комплексов</i>
<i>ПК-7.5</i>	<i>Проектирует отдельные устройства и подсистемы мехатронных и робототехнических систем</i>
СПК-1	Способен осуществлять настройку мехатронных и робототехнических систем различного назначения
<i>СПК-1.2</i>	<i>Осуществляет выбор и обоснование электромеханических преобразователей энергии для мехатронных систем</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	3				5
2	Тема 1. Общие сведения о промышленных роботах	7	4			12
3	Тема 2. Электрические приводы промышленных роботов	7	4	16		12
4	Тема 3. Критерии выбора электропривода	7	4			12
5	Тема 4. Схемы управления ЭП	7	5	18		12
6	Заключение	3			1	5
	Итого, ач	34	17	34	1	58
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4				

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет и задачи дисциплины. Структура и содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного процесса и место в подготовке бакалавра. Основные понятия и термины. Основные перспективы и тенденции в развитии автоматизированного электропривода.
2	Тема 1. Общие сведения о промышленных роботах	Основные понятия и определения, классификация промышленных роботов (ПР), структура ПР, основные технические характеристики ПР, унификация технических решений, классификация захватных устройств.
3	Тема 2. Электрические приводы промышленных роботов	Электрические приводы с двигателями постоянного тока, с асинхронными двигателями, с шаговыми двигателями, с вентильными и вентильно-индукторными двигателями, с сервоприводами.
4	Тема 3. Критерии выбора электропривода	Расчет мощности, потери энергии, перегрузочной способности, проверка двигателя на нагрев, выбор режима работы, выбор двигателя по степени защиты, выбор двигателя по энергоэффективности.
5	Тема 4. Схемы управления ЭП	Типовые узлы и схемы управления электроприводов с асинхронными двигателями, с шаговым двигателем, с серводвигателем, с вентильным двигателем.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
6	Заключение	Перспективы развития промышленной робототехники.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Моделирование робота-манипулятора с простейшим захватным механизмом	8
2. Моделирование дискретного робота	8
3. Моделирование следящей системы робота-манипулятора	8
4. Исследование динамики взаимосвязанных электроприводов промышленного манипулятора	10
Итого	34

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Структура промышленных роботов	4
2. Работа электрических приводов с разными по типу двигателями	4
3. Расчет параметров электроприводов промышленных роботов	4
4. Выбор схем управления электроприводов промышленных роботов	5
Итого	17

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	20

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	10
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	10
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	10
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	8
ИТОГО СРС	58

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Соколовский, Георгий Георгиевич. Теория и системы электропривода (электроприводы переменного тока) [Текст] : учеб. пособие / Г.Г. Соколовский, 1999. -79 с.	неогр.
2	Соколовский, Георгий Георгиевич. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. [Текст] : учеб. для вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика промышленных установок и технол. комплексов" направления подгот. 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Г.Г. Соколовский, 2007. -265 с.	72
3	Онищенко, Георгий Борисович. Электрический привод [Текст] : Учеб. для вузов по направлению 654500 "Электротехника, электромеханика и электротехнология" / Г.Б. Онищенко, 2003. -312 с.	18
4	Овчинников, Игорь Евгеньевич. Вентильные электрические двигатели и привод на их основе [Текст] : (малая и средняя мощность) : курс лекций : учеб. пособие для вузов по специальности "Электропривод и автоматика промышленных установок и технол. комплексов" направления "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / И.Е. Овчинников, 2007. -333 с.	15
5	Системы управления промышленными роботами и манипуляторами [Текст] : учеб. пособие / [Е. И. Юревич [и др.] ; отв. ред. Е. И. Юревич, 1980. -181, [1] с.	49
Дополнительная литература		
1	Промышленная робототехника и гибкие автоматизированные производства. Опыт разработки и внедрения [Текст] / [авт. кол.: С. Ю. Белов [и др.] ; ред. Е. И. Юревич, 1984. -222, [1] с.	16

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	ЭБС «Юрайт». Режим доступа: http://www.biblio-online.ru
2	ЭБС «Лань». Режим доступа: http://e.lanbook.com/
3	ЭБС «IPRbooks». Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16402
4	Электрический рынок. Рекомендации по выбору двигателя. Режим доступа: http://market.elec.ru/nomer/17/recommendations-choice/

№ п/п	Электронный адрес
5	НТЦ-энергоресурс. Выбор электродвигателя и расчет его рабочих параметров Режим доступа: http://en-res.ru/stati/vybor-elektrodvigatelya-i-raschet-ego-rabochix-parametrov.html
6	Сервомоторы. Режим доступа: http://servomotors.ru/documentation/electromotor/book1/book1.html

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=5942>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Электропривод промышленных роботов» формой промежуточной аттестации является зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины. Оценка "неудовлетворительно" выставляется если студент посетил менее 50% лекций, выполнил не все лабораторные работы, посетил менее 50% практических занятий.
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем. Оценка "удовлетворительно" выставляется если студент посетил менее 70% лекций, выполнил все лабораторные работы, посетил менее 70% практических занятий.
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи. Оценка "хорошо" выставляется если студент посетил 70-89% лекций, выполнил все лабораторные работы и защитил их в срок, посетил 70-89% практических занятий.
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач. Оценка "отлично" выставляется если студент посетил 90-100% лекций, выполнил все лабораторные работы и защитил их в срок, посетил 80-100% практических занятий.

Особенности допуска

Дифференцированный зачет проставляется по результатам посещения лекций, выполнения всех лабораторных работ и результатам работы на практических занятиях.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Примерные вопросы к дифференцированному зачету

1. Классификация электроприводов и их общая характеристика.
2. Механические характеристики рабочих машин и электродвигателей.
3. Понятия, вывод уравнения и анализ статической устойчивости электропривода.
4. Вывод уравнения скоростных и механических характеристик двигателей постоянного тока.
5. Уравнения и графики скоростных и механических характеристик ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением для двигательного режима.
6. Построение естественной и искусственной скоростных и механических характеристик ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением по паспортным данным.
7. Искусственные скоростные и механические характеристики ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением.
8. Расчёт пусковых и тормозных сопротивлений ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением графическим методом.
9. Искусственные скоростные и механические характеристики ДПТ с последовательным возбуждением.
10. Построение искусственных скоростных и механических характеристик ДПТ с последовательным возбуждением.

11. Тормозные режимы ДПТ. Виды тормозных режимов, способы их осуществления.
12. Тормозные режимы ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением. Механические характеристики тормозных режимов.
13. Тормозные режимы ДПТ с последовательным возбуждением. Механические характеристики тормозных режимов.
14. Схема замещения 3-х фазного АД, параметры схемы замещения.
15. Вывод уравнения механической характеристики 3-х фазного АД в параметрической форме.
16. Анализ уравнения механической характеристики 3-х фазного АД. Кратности пускового и максимального моментов. Определение критического скольжения.
17. Построение естественной механической характеристики 3-х фазного АД по паспортным и каталожным данным.
18. Искусственные механические характеристики 3-х фазного АД при измерении напряжения и активного сопротивления в обмотке статора.
19. Искусственные механические характеристики 3-х фазного АД при измерении частоты тока и активного сопротивления в обмотке ротора.
20. Построение искусственных реостатных механических характеристик 3-х фазных АД с фазным ротором. Параметры, определяющие критическое скольжение.
21. Зависимость критического момента 3-х фазных АД от напряжения и частоты питающего тока.
22. Тормозные режимы 3-х фазных АД. Способы получения, область применения.
23. Расчет пусковых и тормозных сопротивлений 3-х фазных АД.
24. Механические характеристики пуска и угловая характеристика СД.
25. Уравнения движения электропривода и его анализ.
26. Определение времени разбега электропривода с АД. Метод конечных раз-

- ностей.
27. Определение времени разбега электропривода с АД. Метод пропорций.
 28. Потери энергии в переходных режимах ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением без нагрузки.
 29. Потери энергии в переходных режимах ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением с нагрузкой.
 30. Потери энергии в переходных режимах асинхронного электродвигателя без нагрузки.
 31. Потери энергии в переходных режимах АД с нагрузкой.
 32. Потери электроэнергии при пуске АД без нагрузки.
 33. Способы уменьшения потерь энергии в двигателях в переходных режимах.
 34. Регулирование частоты вращения электроприводов. Диапазон регулирования. Плавность регулирования. Жесткость характеристик. Зависимость момента и мощности от угловой скорости при различных способах регулирования.
 35. Регулирование частоты вращения ДПТ независимого возбуждения изменением сопротивления в цепи якоря.
 36. Регулирование частоты вращения ДПТ независимого возбуждения изменением магнитного потока.
 37. Регулирование частоты вращения ДПТ независимого возбуждения изменением подводимого к якорю напряжения. Система Г – Д.
 38. Способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей
 39. Регулирование частоты вращения АД с короткозамкнутым ротором изменением напряжения на обмотке статора.
 40. Регулирование частоты вращения АД изменением числа пар полюсов.
 41. Классификация режимов работы
 42. Постоянная времени нагрева и способы ее определения
 43. Расчет мощности электродвигателей, работающих в продолжительном ре-

жиме по методу эквивалентных тока, момента, мощности

Примерные вопросы к коллоквиумам

1. Объяснить различие между естественной и реостатными характеристиками. Указать предельное значение диапазона реостатного регулирования скорости. Оценить влияние потока возбуждения на качество регулирования.
2. Объяснить различие между реостатными характеристиками и характеристиками, полученными при шунтировании якоря двигателя. Обосновать область применения последнего способа.
3. Воспроизвести на память схему генератор – двигатель. Обосновать способы регулирования скорости в ней применяемые, указав их достоинства и недостатки.
4. Какие способы регулирования скорости используются для двигателей постоянного тока независимого возбуждения?
5. Как влияет поток на механические характеристики и на сколько выше номинального его можно увеличить?
6. Воспроизвести на память схему динамического торможения и объяснить принцип действия ее. Указать параметры, определяющие эффективность динамического торможения, его достоинства и недостатки.
7. Какие способы торможения используются для двигателей постоянного тока независимого возбуждения?
8. Объясните, почему при малых моментах сопротивления скорость ДПТ НВ с увеличением потока возбуждения падает, а при больших моментах сопротивления – возрастает.
9. Какие имеются способы безопасного пуска ДПТ НВ?
10. Как ввести ДПТ НВ в генераторный режим торможения с рекуперацией энергии в сеть?
11. Почему с введением сопротивлений в якорную цепь ДПТ НВ жесткость его механических характеристик падает?

12. Объяснить принцип действия реверсивной схемы тиристорный преобразователь – двигатель. Отметить ее достоинства и недостатки. Обосновать область применения.
13. Какие применяют выпрямители для регулирования скорости?
14. Перечислите достоинства и недостатки тиристорных электроприводов постоянного тока?
15. Каким образом на основании системы уравнений электродвигателя и показаний приборов можно определить приближенные значения параметров ?
16. Каким образом влияет на качество переходных процессов каждый из параметров ω , β , J электропривода?
17. Какие постоянные времени и как характеризуют динамику электропривода?
18. Указать основные показатели качества переходных процессов в электроприводе и привести примеры динамических характеристик различного характера.
19. Как строится пусковая диаграмма при реостатном пуске и какую информацию можно из нее получить?
20. Чем ограничиваются число пусковых ступеней пусковой диаграммы, кратность пускового тока и тока переключения при реостатном пуске? Где находит применение реостатный пуск, каковы его достоинства и недостатки?
21. Объяснить отличие статических характеристик электродвигателей независимого и последовательного возбуждения. Почему при последовательном возбуждении невозможна рекуперация энергии в сеть? Обосновать достоинства и область применения каждого типа двигателей.
22. Воспроизвести на память статические характеристики двигателя последовательного возбуждения при зашунтированном якоре. Чем объяснить изменение их жесткости и появление отрицательного тока? На основании

- сравнения с аналогичным режимом двигателя независимого возбуждения объяснить различие характеристик.
23. Воспроизвести на память схему динамического торможения с самовозбуждением двигателя последовательного возбуждения. Объяснить ее характеристики, оценить достоинства и недостатки. Какие параметры схемы и как влияют на эффективность торможения?
 24. Воспроизвести на память схему динамического торможения двигателя постоянного тока с питанием обмотки возбуждения от независимого источника. Объяснить ее отличие от схемы торможения с самовозбуждением с указанием достоинств и недостатков каждой схемы. Какие параметры и как влияют на эффективность торможения?
 25. Как рассчитывается искусственная характеристика ДППВ?
 26. Объяснить зависимость критического момента от частоты и напряжения, подаваемого на статор двигателя.
 27. Обосновать преимущества пропорционального закона изменения напряжения и частоты перед другими законами регулирования скорости асинхронного двигателя.
 28. Доказать, что пропорциональный закон обеспечивает лишь приближенное постоянство критического момента. Какими методами удастся обеспечить регулирование скорости с точным поддержанием критического момента на заданном уровне?
 29. Обосновать достоинства и область применения квадратичного закона изменения напряжения и частоты асинхронного двигателя.
 30. Объяснить, почему с изменением числа полюсов двигателя меняется синхронная скорость, но сохраняется жесткость характеристик. Указать достоинства и недостатки такого способа регулирования скорости.
 31. Объяснить связь между схемами соединения обмоток статора, синхронной скоростью и критическим моментом.
 32. Какие характерные точки необходимо определить для построения меха-

нической характеристики АД?

33. Что нужно сделать, чтобы АД превратился в генератор?
34. Как соединяются обмотки статора и от чего это зависит?
35. Чему равно скольжение при работе АД в номинальном режиме и режиме холостого хода?
36. От чего зависит нагрузочная способность привода с преобразователем частоты?
37. Перечислите преимущества и недостатки режима работы на сверх синхронной скорости.
38. Укажите достоинства и недостатки частотного регулирования двигателя.

Примерные вопросы для проверки остаточных знаний

1. Классификация электроприводов и их общая характеристика.
2. Механические характеристики рабочих машин и электродвигателей.
3. Понятия, вывод уравнения и анализ статической устойчивости электропривода.
4. Уравнения и графики скоростных и механических характеристик ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением для двигательного режима.
5. Построение естественной и искусственной скоростных и механических характеристик ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением по паспортным данным.
6. Искусственные скоростные и механические характеристики ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением.
7. Искусственные скоростные и механические характеристики ДПТ с последовательным возбуждением.
8. Построение искусственных скоростных и механических характеристик ДПТ с последовательным возбуждением.
9. Тормозные режимы ДПТ. Виды тормозных режимов, способы их осуществления.
10. Тормозные режимы ДПТ с независимым (параллельным) возбуждением.

Механические характеристики тормозных режимов.

11. Тормозные режимы ДПТ с последовательным возбуждением. Механические характеристики тормозных режимов.
12. Вывод уравнения механической характеристики 3-х фазного АД в параметрической форме.
13. Построение естественной механической характеристики 3-х фазного АД по паспортным и каталожным данным.
14. Искусственные механические характеристики 3-х фазного АД при измерении напряжения и активного сопротивления в обмотке статора.
15. Искусственные механические характеристики 3-х фазного АД при измерении частоты тока и активного сопротивления в обмотке ротора.
16. Построение искусственных реостатных механических характеристик 3-х фазных АД с фазным ротором. Параметры, определяющие критическое скольжение.
17. Тормозные режимы 3-х фазных АД. Способы получения, область применения.
18. Механические характеристики пуска и угловая характеристика СД.
19. Уравнения движения электропривода и его анализ.
20. Регулирование частоты вращения электроприводов. Диапазон регулирования. Плавность регулирования. Жесткость характеристик. Зависимость момента и мощности от угловой скорости при различных способах регулирования.
21. Регулирование частоты вращения ДПТ независимого возбуждения изменением сопротивления в цепи якоря.
22. Регулирование частоты вращения ДПТ независимого возбуждения изменением магнитного потока.
23. Регулирование частоты вращения ДПТ независимого возбуждения изменением подводимого к якорю напряжения. Система Г – Д.
24. Способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей

25. Регулирование частоты вращения АД с короткозамкнутым ротором изменением напряжения на обмотке статора.
26. Регулирование частоты вращения АД изменением числа пар полюсов.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
16	Тема 2. Электрические приводы промышленных роботов	Коллоквиум
12	Тема 1. Общие сведения о промышленных роботах	Коллоквиум

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на дифференцированный зачет.

на лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Электропривод промышленных роботов» студент обязан выполнить 4 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 4 человек. Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуж-

дении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Примеры контрольных вопросов приведены в критериях оценивания.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам студент получает допуск на дифференцированный зачет.

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на дифференцированный зачет.

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска	
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, лабораторные стенды	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА