

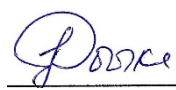
Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет информационных технологий, экономики и управления

Кафедра «Системы управления»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФИТЭУ

/И.А.-Рычка/

«29»-января-2025-г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Автоматизированный электрический привод»

по направлению

27.03.04 «Управление и информатика в технических системах»
(уровень бакалавриат)

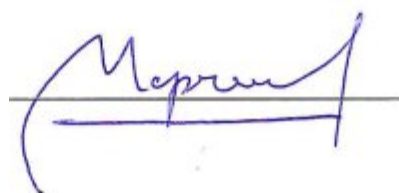
Петропавловск-Камчатский
2025

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» студентов очной и заочной форм обучения, профиль «Автоматика электроэнергетических систем» и учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Составитель рабочей программы

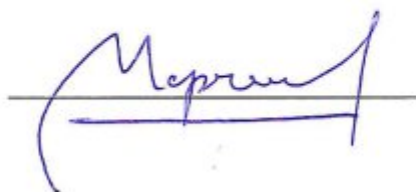
Заведующий кафедрой «Системы управления»

Марченко А.А.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Marchenko', is written over a horizontal line.

Рабочая-программа-рассмотрена-на-заседании-кафедры-«Системы-
управления»-Протокол-№6-от-«24»-января-2025-года.

«24»-января-2025-г.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Marchenko', is written over a horizontal line.

Заведующий кафедрой
«Системы управления»
А.А. Марченко

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Предметом изучения являются электрические двигатели, входящие в состав автоматизированных систем.

Целью освоения дисциплины «Автоматизированный электрический привод» является формирование у студента знаний об автоматизированных электроприводах, их структуры, особенностях методов управления и характеристиках таких систем.

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих *профессиональных компетенций*:

Способен управлять деятельностью по ремонту и обслуживанию оборудования АСУТП электрических сетей (ПК-2).

Наименование компетенции при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций

Код компетенции	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-2	Способен управлять деятельностью по ремонту и обслуживанию оборудования АСУТП электрических сетей	ИД-1 _{ОПК-7} : Знает основные принципы и алгоритмы работы оборудования подстанций, терминалов и устройств релейной защиты и автоматики, оборудования средств диспетчерского и технологического управления ИД-2 _{ОПК-7} : Умеет организовывать работу по техническому обслуживанию и ремонту оборудования АСУТП ИД-3 _{ОПК-7} : Владеет навыками расчёта измерительной и вычислительной аппаратуры	Знать: основные принципы и алгоритмы работы оборудования подстанций, терминалов и устройств релейной защиты и автоматики. Уметь: Осуществлять обслуживание и ремонт оборудования АСУТП Владеть: Навыками проектирования систем автоматизации и управления.	З(ПК-2)1 У(ПК-2)1 В(ПК-2)1

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Автоматизированный электрический привод» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины очной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 1. Классификация, структура автоматизированных электроприводов (АЭП)	6	2	2			4	Контроль СРС, защита практических и лабораторных работ	
Тема 2. Регулирование координат ЭП	12	8	2		6	4		
Тема 3. Пускозащитная аппаратура управления разомкнутых электроприводов	14	8	2		6	6		
Тема 4. Средства управления разомкнутых электроприводов	12	8	2		6	4		
Тема 5. Аварийные режимы и средства защиты в ЭП	8	2	2			6		
Тема 6. Специальные виды защит	6	2	2			4		
Тема 7. Типовые узлы и схемы управления ЭП с двигателями ПТ	8	2	2			6		
Тема 8. Типовые узлы и схемы управления ЭП с асинхронными двигателями	12	8	2		6	4		
Тема 9 Автоматизированный ЭП с синхронными электродвигателями	6	2	2			4		
Тема 10. Технические средства замкнутых схем управления АЭП	12	8	2		6	4		
Тема 11 Замкнутые схемы управления АЭП с ДПТ	8	2	2			6		
Тема 12 Замкнутые схемы управления электроприводов с двигателями переменного тока	6	2	2			4		
Тема 13 Электромашинные преобразователи частоты	6	2	2			4		
Тема 14 Статические преобразователи частоты	8	2	2		6	6		
Тема 15 Энергосбережение в АЭП	6	2	2			4		
Тема 16 Энергетические показатели электропривода	10	4	4			6		
Экзамен	36							
Всего	180	68	34		34	76	36	

Тематический план дисциплины заочной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 1. Классификация, структура автоматизированных электроприводов (АЭП)	10	2	2			8	Контроль СРС, защита практических и лабораторных работ	
Тема 2. Регулирование координат ЭП	12	2	2			10		
Тема 3. Пускозащитная аппаратура управления разомкнутых электроприводов	16	6	2		4	10		
Тема 4. Средства управления разомкнутых электроприводов	10					10		
Тема 5. Аварийные режимы и средства защиты в ЭП	10					10		
Тема 6. Специальные виды защит	10					10		
Тема 7. Типовые узлы и схемы управления ЭП с двигателями ПТ	10					10		
Тема 8. Типовые узлы и схемы управления ЭП с асинхронными двигателями	10					10		
Тема 9 Автоматизированный ЭП с синхронными электродвигателями	10					10		
Тема 10. Технические средства замкнутых схем управления АЭП	10					10		
Тема 11 Замкнутые схемы управления АЭП с ДПТ	8					8		
Тема 12 Замкнутые схемы управления электроприводов с двигателями переменного тока	8					8		
Тема 13 Электромашинные преобразователи частоты	9					9		
Тема 14 Статические преобразователи частоты	16	6	2		4	10		
Тема 15 Энергосбережение в АЭП	10					10		
Тема 16 Энергетические показатели электропривода	10					10		
Экзамен	9						Тест, опрос	
Всего	180	16	8		8	153		

4.2. Содержание дисциплины

Тема №1. Классификация, структура автоматизированных электроприводов (АЭП)

Классификация электроприводов. Неавтоматизированные ЭП. Автоматизированный ЭП. Разомкнутый ЭП. Замкнутые ЭП. Регулирование по возмущению. Регулирование по принципу отклонения. Структура АЭП. Коэффициент полезного действия АЭП

Тема 2. Регулирование координат ЭП

Показатели регулирования скорости ЭП. Диапазон регулирования скорости. Стабильность скорости. Плавность регулирования скорости. Направление регулирования скорости. Допустимая нагрузка двигателя. Экономичность регулирования скорости. Регулирование момента, тока, положения ЭП. Способы регулирования частоты вращения ДПТ. Способы регулирования частоты вращения АД. Сопротивление в роторных, статорных цепях

Лабораторная работа №1

Тема 3. Пускозащитная аппаратура управления разомкнутых электроприводов

Электрические аппараты ручного управления. Кнопки управления. Ключи управления (универсальные переключатели). Командоаппараты. Рубильники. Контроллеры. Автоматические выключатели. Электрические аппараты дистанционного управления. Контактторы переменного тока. Магнитные пускатели. Электромагнитное реле. Герконовые электромагнитные реле.

Тема 4. Средства управления разомкнутых электроприводов

Датчики времени, скорости, тока и положения. Датчики времени. Датчики скорости. Электромеханическое реле контроля скорости (РКС). Тахогенератор (ТГ). Датчики тока. Датчики положения. Бесконтактные логические элементы.

Тема 5. Аварийные режимы и средства защиты в ЭП

Условия работы электроприводов в сельском хозяйстве. Основные аварийные режимы электродвигателей в сельском хозяйстве и их функциональные связи. Виды и аппараты защит электродвигателей. Аппараты максимальной токовой защиты. Нулевая защита. Тепловая защита

Лабораторная работа №2

Тема 6. Специальные виды защит

Специальные виды защит. Минимальная токовая защита. Защита от перенапряжения на обмотке возбуждения ДПТ. Защита от повышения напряжения. Защита от превышения скорости. Защита от затянувшегося пуска СД. Путевая защита. Защита от выпадения СД. Фазочувствительные устройства защиты электродвигателей. Блокировки и сигнализация в ЭП

Тема 7. Типовые узлы и схемы управления ЭП с двигателями ПТ

Типовая схема пуска двигателя постоянного тока с независимым возбуждением в функции времени. Типовая схема пуска двигателя ПТ в две ступени в функции ЭДС и динамического торможения в функции времени. Типовая схема пуска ДПТ с последовательным возбуждением в функции тока

Тема 8. Типовые узлы и схемы управления ЭП с асинхронными двигателями

Релейно-контакторное управление электроприводами. Защита в системах электропривода. Защиты асинхронных электроприводов. Защиты синхронных электроприводов. Защиты электроприводов постоянного тока. Выбор силовых аппаратов управления. Принципы управления, используемые в

релейно-контакторных схемах управления. Типовые схемы управления асинхронными электроприводами. Типовые схемы управления асинхронным двигателем с фазным ротором

Тема 9 Автоматизированный ЭП с синхронными электродвигателями

Общие сведения по АЭП с синхронными двигателями. Схемы включения, режимы работы. Типовые схемы управления ЭП с СД

Тема 10. Технические средства замкнутых схем управления АЭП

Аналоговые элементы и устройства управления ЭП . Операционный усилитель Регуляторы Функциональные преобразователи. Датчики координат электрических приводов. Дискретные элементы и устройства управления АЭП.

Триггер. Счетчик. Сумматор Компаратор. Логические цифровые узлы. Дешифратор (декодер.) Мультиплексор. Устройства памяти. Временные устройства. Цифроаналоговые устройства. Устройства согласования. Датчики скорости и положения, применяющиеся в замкнутых схемах управления. Микропроцессорные средства.

Тема 11 Замкнутые схемы управления АЭП с ДПТ

Замкнутые схемы управления электроприводов с двигателями постоянного тока по скорости. Регулирование (ограничение) тока и момента двигателя постоянного тока с помощью нелинейной отрицательной обратной связи по току Замкнутая схема электрического привода с двигателями постоянного тока с обратными связями по скорости и току. Замкнутые электропривода с подчиненным регулированием координат

Тема 12 Замкнутые схемы управления электроприводов с двигателями переменного тока

Замкнутая схема управления асинхронного электропривода, выполненного по системе «тиристорный регулятор напряжения—асинхронный двигатель» (ТРН—АД). Замкнутый электрический . Преобразователи частоты с непосредственной связью. Статический преобразователь частоты с промежуточным звеном постоянного тока. Преобразователь частоты с инвертором, работающим по принципу широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Привод с частотным управлением асинхронного двигателя. Замкнутая схема импульсного регулирования скорости асинхронного двигателя с помощью резистора в цепи ротора

Лабораторная работа №3

Тема 13 Электромашинные преобразователи частоты.

Законы частотного регулирования. Электромашинные преобразователи частоты с использованием синхронного генератора. Электромашинный асинхронный преобразователь частоты. Вентильно-электромашинный преобразователь частоты

Тема 14 Статические преобразователи частоты

Преобразователи частоты с непосредственной связью. Статический преобразователь частоты с промежуточным звеном постоянного тока. Преобразователь частоты с инвертором, работающим по принципу широтно-импульсной модуляции (ШИМ)

Лабораторная работа №4

Тема 15 Энергосбережение в АЭП

Общие вопросы энергосбережения. Способы повышения КПД и коэффициента мощности АЭП. Способы повышения КПД и коэффициента мощности ЭП. Снижение потерь энергии в переходных режимах. Энергосбережение в регулируемом АЭП

Тема 16 Энергетические показатели электропривода

Энергетические показатели нерегулируемого электропривода в установившемся режиме. Энергетические показатели регулируемого ЭП в установившемся режиме. Потери энергии в переходных режимах. Снижение потерь электроэнергии в переходных режимах. Потери энергии в регулируемом ЭП в переходных режимах. Расчет мощности и выбор электродвигателей. Проверка двигателей на нагрев, работающих в продолжительном режиме. Метод средних потерь. Метод эквивалентного тока. Проверка двигателей на нагрев, работающих в кратковременном режиме. Проверка двигателей на нагрев, работающих в повторно-кратковременном (ПК) режиме. Определение допустимой частоты включений асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Выбор двигателя для регулируемого электропривода

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся

5.1. Внеаудиторная самостоятельная работа курсантов / студентов

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Автоматизированный электрический привод» является важной составляющей частью подготовки студентов по специальности 27.03.04 «Управление у технических системах» и выполняется в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) и учебным планом КамчатГТУ.

Самостоятельная работа студентов ставит своей целью:

1. развитие навыков ведения самостоятельной работы;
2. приобретение опыта систематизации полученных результатов исследований, формулировку новых выводов и предложений как результатов выполнения работы;
3. развитие умения использовать научно-техническую литературу и нормативно-методические материалы в практической деятельности;
4. приобретение опыта публичной защиты результатов самостоятельной работы.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Автоматизированный электрический привод» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
3. Типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Примерный перечень вопросов к промежуточной аттестации

1. Классификация, структура автоматизированных электроприводов (АЭП)
2. Классификация электроприводов
3. Структура АЭП
4. Коэффициент полезного действия АЭП
5. Регулирование координат ЭП
6. Показатели регулирования скорости ЭП
7. Регулирование момента, тока, положения ЭП
8. Способы регулирования частоты вращения ДПТ

9. Способы регулирования частоты вращения АД
10. Пускозащитная аппаратура управления разомкнутых электроприводов
11. Электрические аппараты ручного управления
12. Электрические аппараты дистанционного управления
13. Средства управления разомкнутых электроприводов
14. Датчики времени, скорости, тока и положения
15. Бесконтактные логические элементы
16. Аварийные режимы и средства защиты в ЭП
17. Условия работы электроприводов в сельском хозяйстве
18. Основные аварийные режимы электродвигателей в сельском хозяйстве и их функциональные связи
19. Виды и аппараты защит электродвигателей
20. Специальные виды защит
21. Специальные виды защит
22. Блокировки и сигнализация в ЭП
23. Типовые узлы и схемы управления ЭП с двигателями ПТ
24. Типовая схема пуска двигателя постоянного тока с независимым возбуждением в функции времени
25. Типовая схема пуска двигателя ПТ в две ступени в функции ЭДС и динамического торможения в функции времени
26. Типовая схема пуска ДПТ с последовательным возбуждением
27. в функции тока
28. Типовые узлы и схемы управления ЭП с асинхронными двигателями
29. Релейно-контакторное управление электроприводами
30. Защита в системах электропривода
31. Выбор силовых аппаратов управления
32. Принципы управления, используемые в релейно-контакторных схемах управления
33. Типовые схемы управления асинхронными электроприводами
34. Типовые схемы управления асинхронным двигателем
35. с фазным ротором
36. Автоматизированный ЭП с синхронными электродвигателями
37. Общие сведения по АЭП с синхронными двигателями
38. Схемы включения, режимы работы
39. Типовые схемы управления ЭП с СД
40. Технические средства замкнутых схем управления АЭП
41. Аналоговые элементы и устройства управления ЭП
42. Дискретные элементы и устройства управления АЭП
43. Датчики скорости и положения, применяющиеся в замкнутых схемах управления
44. Замкнутые схемы управления АЭП с ДПТ
45. Замкнутые схемы управления электроприводов с двигателями постоянного тока по скорости
46. двигателями постоянного тока по скорости
47. Регулирование (ограничение) тока и момента двигателя постоянного тока с помощью нелинейной отрицательной обратной связи по току
48. Замкнутая схема электрического привода с двигателями постоянного тока с обратными связями по скорости и току
49. Замкнутые электропривода с подчиненным регулированием координат
50. Замкнутые схемы управления электроприводов с двигателями переменного тока
51. Замкнутая схема управления асинхронного электропривода, выполненного по системе «тиристорный регулятор напряжения—асинхронный двигатель» (ТРН—АД)
52. Замкнутый электрический привод с частотным управлением асинхронного двигателя
53. Замкнутая схема импульсного регулирования скорости асинхронного двигателя с помощью резистора в цепи ротора
54. Электромашинные преобразователи частоты
55. Законы частотного регулирования

56. Электромашинные преобразователи частоты с использованием синхронного генератора
57. Электромашинный асинхронный преобразователь частоты
58. Статические преобразователи частоты
59. Преобразователи частоты с непосредственной связью
60. Статический преобразователь частоты с промежуточным звеном постоянного тока
61. Преобразователь частоты с инвертором, работающим по принципу широтно-импульсной модуляции (ШИМ)
62. Энергосбережение в АЭП
63. Общие вопросы энергосбережения
64. Способы повышения КПД и коэффициента мощности АЭП
65. Снижение потерь энергии в переходных режимах
66. Энергосбережение в регулируемом АЭП
67. Энергетические показатели электропривода
68. Энергетические показатели нерегулируемого электропривода
69. Энергетические показатели регулируемого ЭП в установившемся режиме в установившемся режиме
70. Потери энергии в переходных режимах
71. Снижение потерь электроэнергии в переходных режимах
72. Потери энергии в регулируемом ЭП в переходных режимах
73. Расчет мощности и выбор электродвигателей
74. Проверка двигателей на нагрев, работающих в продолжительном режиме
75. Проверка двигателей на нагрев, работающих в кратковременном режиме
76. Проверка двигателей на нагрев, работающих в повторно-кратковременном (ПК) режиме
77. Определение допустимой частоты включений асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором

7. Рекомендуемая литература

7.1 Основная литература

1. Атанов И.В. Автоматизированный электропривод: Курс лекций \ Сост.. – Ставрополь: СтГАУ, кафедра ПЭЭСХ, 2008. - 124 с.
2. Москаленко В.В. Системы автоматизированного управления электропривода: Учебник. М.: ИНФРА-М, 2007. — 208 с.

7.2 Дополнительная литература

3. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода (ЭП).-6-е изд. -М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с.
4. Москаленко В.В. Электрический привод - М.: Мастерство; Высшая школа, 2001. – 368 с.
5. Москаленко В.В. Электрический привод: Учебник для электротехн. спец. -М.: Высш. шк., 1991. – 430 с.
6. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. В.А. Елисеева, А.В. Шиянского.-М.: Энергоатомиздат,1983. – 616 с.
7. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод: Учебник для вузов.-М.:Энергоатом издат, 1986.- 416 с.
8. Ключев В.И. Теория электропривода. - М.:Энергоатомиздат, 1998.-704 с.
9. Кобозев В.А. Энергосбережение в силовом электрооборудовании сельскохозяйственного производства: Монография. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2004. -280 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации, а также написание курсовой работы (для очной и заочной форм обучения) и контрольной работы (для студентов заочной формы обучения).

Лекции проводятся, как правило, в интерактивной форме с элементами дискуссий, и спорных посылов и утверждений. На лекциях рассматриваются основные понятия предметной области, методы, приемы и средства функционирования электроэнергетических систем и сетей. При проведении лекций используются современные информационные технологии, демонстрационные материалы. Текущий контроль учебы курсантов и студентов проводится на лабораторных и практических занятиях.

Лабораторные работы с письменным и устным отчетом о разработанном плане проведения работы, методах контроля основных электротехнических процессов и параметров, полученных результатах и их осмыслении, с демонстрацией использованных при этом информационных технологий. По каждой практической и лабораторной работе оформляется отчет, на основании которого проводится защита работы (цель – оценка уровня освоения учебного материала). По результатам лабораторных и практических работ в каждом семестре выставляется оценка, которая учитывается при промежуточной и итоговой аттестации по дисциплине. Студенты заочной формы обучения выполняют задания по практическим работам в период самостоятельного освоения дисциплины (после установочных сессий) и представляют отчеты по лабораторным занятиям во время лабораторно-экзаменационных сессий.

Целевое назначение практических занятий состоит в развитии самостоятельности мышления студентов; углублении, расширении, детализировании знаний, полученных на лекции в обобщенной форме, и содействии выработке навыков профессиональной деятельности, рассматриваются примеры решения профессиональных задач, осуществляется контроль результатов освоения учебного материала. При этом формируются практические навыки, необходимые в дальнейшем при выполнении курсового проекта. Студенты заочной формы обучения индивидуально выполняют контрольную работу, результаты которой используются для промежуточной и итоговой аттестации.

10. Курсовой проект (работа)

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Автоматизированный электропривод» не предусмотрена курсовая работа.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

1. электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 6 и 7 данной рабочей программы;
2. использование слайд-презентаций;

11.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

1. текстовый редактор MicrosoftWord;
2. электронные таблицы MicrosoftExcel;
3. презентационный редактор MicrosoftPowerPoint;

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. для проведения лекционных занятий, практических лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы учебная аудитория № 7-517.
2. доска аудиторная;
3. комплект лекций по темам курса «Автоматизированный электрический привод»;
4. мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор);
5. лабораторные стенды.