

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



И.Г.Ибрагимов

2022

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по научной специальности 2.4.2.  
«Электротехнические комплексы и системы» (отрасль науки - технические)

Утверждена на заседании кафедры  
«Электротехника и электрооборудование  
предприятий»

Протокол заседания № 9 от 25.09.2022

Заведующий кафедрой М.И. Хакимьянов

Уфа 2022

## ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по научной специальности 2.4.2.

«Электротехнические комплексы и системы» (отрасль науки - технические)

1. Нагрузки рабочих машин и механизмов. Их классификация по зависимости от скорости и характера нагрузки.
2. Кинематические и расчетные схемы механической части.
3. Приведение сил и моментов, масс и моментов инерции, упругостей (податливостей) и зазоров к оси вала двигателя.
4. Обобщенные расчетные схемы: двухмассовая и одномассовая; их математическое описание и структурные схемы.
5. Установившиеся и переходные динамические режимы одномассовой и двухмассовой механических схем.
6. Пути снижения динамических нагрузок при пуске и выборе зазоров в передачах в двухмассовой механической системе.
7. Электромеханические и механические, естественные и искусственные характеристики двигателей. Электромеханическая связь в электроприводе.
8. Естественная электромеханическая и механическая характеристики двигателей постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ). Математическое описание процессов электромеханического преобразования энергии в ДПТНВ. Построение естественных электромеханической и механических характеристик. Понятие жесткости механической характеристики.
9. Структурные схемы ДПТНВ при управлении по цепи возбуждения и цепи якоря, при постоянстве потока  $\Phi = \text{const}$  и  $U_{\text{я}} = \text{var}$ .
10. Двигательные и тормозные режимы (рекуперативного торможения, торможения противовключением, динамического торможения) работы ДПТНВ.
11. Влияние параметров ДПТНВ – добавочных сопротивлений в цепи якоря ( $R_{\text{доб}}$ ), изменений напряжения якорной цепи ( $U_{\text{я}} = \text{var}$ ) и ослабления поля двигателя ( $\Phi = \text{var}$ ) на вид его электромеханических и механических характеристик.
12. Естественные электромеханические и механические характеристики двигателя постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТПВ).
13. Построение естественных электромеханической и механической характеристик ДПТПВ. Универсальные характеристики ДПТПВ.
14. Тормозные режимы работы ДПТПВ. Условия самовозбуждения при работе ДПТПВ при работе его в режиме динамического торможения с самовозбуждением.
15. Влияние параметров  $R_{\text{я}}$ ,  $R_{\text{доб}}$ ,  $U_{\text{я}} = \text{var}$  и  $\Phi = \text{var}$  на вид электромеханических и механических характеристик ДПТПВ.
16. Схема замещения и векторная диаграмма фазы асинхронного двигателя (АД).
17. Естественные электромеханические  $I_1(\omega)$  и  $I_2(\omega)$  и механическая  $M(\omega)$  характеристики АД. Их построение
18. Влияние включения добавочных сопротивлений в цепи статора и ротора ( $R_{1\text{доб}}$ ,  $X_{1\text{доб}}$ ,  $R$ ,  $X'_{2\text{доб}}$ , на вид электромеханических характеристик.
19. Их построение.
20. Особенности работы и характеристики АД при питании его статорной цепи от источника напряжения и источника тока.

21. Электромеханические и механические характеристики АД при  $U_1 = \text{var}$  и  $f_1 = \text{var}$ .
22. Тормозные режимы (рекуперативного торможения, торможения противовключением и динамического торможения с независимым возбуждением и самовозбуждением) работы АД.
23. Линеаризованная структурная схема АД.
24. Однофазные асинхронные двигатели. Коллекторные двигатели переменного тока.
25. Механическая и угловая характеристика синхронного двигателя (СД). Тормозные режимы работы СД.
26. Тормозные режимы работы СД.
27. Работа СД в режиме регулирования реактивной мощности. U-образные характеристики синхронного двигателя.
28. Линеаризованная структурная схема СД.
29. Шаговые двигатели.
30. Электромеханические свойства вентильного двигателя.
31. Переходные процессы пуска, реверса и торможения электропривода с линейной механической характеристикой двигателя при  $T_{\Sigma} = 0$  с активным и реактивным характером нагрузки и мгновенном изменении управляющего фактора.
32. Переходные процессы пуска, реверса и торможения электропривода с линейной механической характеристикой двигателя при  $T_{\Sigma} = 0$  с активным и реактивным характером нагрузки и линейном изменении во времени управляющего фактора.
33. Расчет переходных процессов при нелинейных характеристиках двигателя  $M = f(\omega)$  и нагрузки  $M_C = f(\omega)$ .
34. Постоянные и переменные потери в двигателях постоянного (ДПТНВ, ДПТПВ) и переменного (АД, СД) тока.
35. Потери энергии в переходных режимах пуска, реверса, торможения.
36. Пути снижения потерь энергии в переходных режимах.
37. Нагревание и охлаждение двигателей. Постоянная нагрева.
38. Нагрузочные диаграммы механизма и электропривода.
39. Номинальные режимы работы двигателей S1, S2, S3 и их характеристики.
40. Методы эквивалентирования по нагреву произвольных и номинальных режимов (средних потерь эквивалентного тока, момента и мощности).
41. Выбор мощности и проверка по теплу, перегрузочной способности и условиям пуска двигателей для режимов S1, S2, S3
42. Расчет нагрузок на двигатели при работе на общий механический вал.
43. Влияние на распределение нагрузок, жесткости механических характеристик и скоростей идеального холостого хода, двигателей, работающих на общий механический вал.
44. Основные пути выравнивания нагрузок двигателей, работающих на общий механический вал.
45. Обобщенная электрическая машина, электромеханическая связь, координатные и фазные преобразования переменных обобщенной машины.
46. Основные показатели способов регулирования двигателей, принцип подчиненного регулирования координат электропривода, стандартные настройки контуров регулирования.
47. Регулирование момента и скорости электроприводов постоянного и

- переменного тока: техническая реализация, функциональные и структурные схемы, статические характеристики, применение регуляторов и особенности настройки подчиненных контуров регулирования, динамические показатели.
48. Частотное регулирование скорости асинхронного электропривода: виды преобразователей частоты, скалярное управление, принцип ориентирования по полю двигателя при частотном управлении, системы векторного управления.
  49. Автоматическое регулирование положения электропривода.
  50. Релейно-контакторные схемы управления двигателями.
  51. Преобразователи напряжения: генераторы и электромашинные преобразователи, управляемые вентильные преобразователи, инверторы.
  52. Особенности моделирования электромеханических систем: формирование структур, обработка результатов моделирования.
  53. Дискретные системы управления. Методы синтеза дискретных систем.
  54. Системы управления на базе фаззи-логики, структура и алгоритмы управления.
  55. Микропроцессорные системы управления электроприводом. Аппаратная реализации, интерфейсы связи и протоколы передачи данных.
  56. Программная реализация алгоритмов управления в микропроцессорных системах.
  57. Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования подвижных объектов.
  58. Элементная база силовых цепей электрооборудования. Выбор элементов и основы проектирования систем электропривода.
  59. Энергетическая эффективность систем электропривода.
  60. Качество электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов.
  61. Нормативные документы по качеству электроэнергии, определение показателей качества электроэнергии.
  62. Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью. Средства улучшения показателей качества электроэнергии. Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электроснабжения. Способы и средства компенсации реактивной мощности.
  63. Типовые узлы и типовые системы автоматического управления переменными в электромеханике
  64. Способы коррекции систем автоматического управления переменными
  65. Анализ и синтез систем автоматического управления переменными
  66. Законы электромеханики, используемые в профессиональной деятельности (законы Ома, Кирхгофа, Ньютона, Ампера, электромагнитной индукции, сохранения и преобразования энергии, коммутации)
  67. Инвертор тока и инвертор напряжения, схемотехника, временные диаграммы работы, особенности применения.
  68. Биполярный, полевой, IGBT транзисторы преимущества и недостатки. Особенности работы в ключевом режиме. Основные параметры предельные режимы и области применения
  69. Физические явления, принципы построения, конструкция и области применения датчиков технологической информации, используемых в мехатронных системах

## Рекомендуемая литература.

### Основная литература

- 1) Присмотров, Николай Иванович. Выбор мощности двигателя электропривода: учеб. пособие для студентов направления 13.03.02, 15.03.06 всех профилей подготовки / Н. И. Присмотров, С. И. Охупкин, Д. В. Ишутинов; ВятГУ, ФАВТ, каф. ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.], 2015. - 61 с. - Библиогр.: с. 61
- 2) Малышев, Евгений Николаевич. Схемотехника и диагностика систем управления. Синтез дискретных систем автоматики [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов специальности 140604.65; направлений 13.04.02, 15.03.06 всех профилей подготовки / Е. Н. Малышев; ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.], 2015
- 3) Головенкин, Александр Николаевич. Энергетические характеристики синхронного электропривода: практикум для студентов специальности 140604.65, направлений 140400.62, 221000.62 д/о и з/о, всех форм обучения / А. Н. Головенкин; ВятГУ, ФАВТ, каф. ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.], 2014. - 35 с. - Библиогр.: с. 34. - 50 экз.
- 4) Грудинин, Виктор Степанович. Информационные системы и технологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов специальности 140604.65 и направления 210000.62 / В. С. Грудинин, В. М. Сбоев; ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.], 2014. - 136 с. - Загл. с титул. экрана
- 5) Крылов, Ю. А. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод: учеб. пособие / Ю. А. Крылов, А. С. Карандаев, В. Н. Медведев. - Санкт-Петербург: [б. и.], 2013. - 176 с. - Библиогр.: с. 172-174
- 6) Лалетин, Вениамин Иванович. Силовая электроника. Проектирование преобразовательных устройств [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов направления 140400.62 профиля подготовки "Электропривод и автоматика" / В. И. Лалетин; ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.], 2014. - 135 с. - Загл. с титул. экрана
- 7) Никитенко, Геннадий Владимирович. Электропривод производственных механизмов [Текст]: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям: 110800.62, 110800.68 - Агроинженерия, 140400.62, 140400.68 - Электроэнергетика и электротехника и специальностям: 110302.65 - Электрификация и автоматизация сельского хозяйства, 140211.65 - Электроснабжение / Г. В. Никитенко. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: Лань, 2013. - 224 с.: ил. - Библиогр.: с. 236
- 8) Москвин, Эдуард Валентинович. Автоматизированные системы диспетчерского управления. Основные принципы построения: учеб. пособие для студентов направлений 27.04.04, 15.03.06, 13.03.02 / Э. В. Москвин; ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.], 2015. - 60 с.
- 9) Байбакова, Татьяна Викторовна. Экономика и организация производства электроприводов [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов факультета автоматики и вычислительной техники, обучающихся по направлениям 13.03.02, 13.03.02 / Т. В. Байбакова; ВятГУ, ФЭМ, каф. ЭК. - Киров: [б. и.], 2015. - 76 с.
- 10) Куклин, Владимир Валентинович. Технические средства автоматизации и управления [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов направления 220400.62 профиля подготовки "Управление и информатика в технических системах" всех форм обучения / В. В. Куклин; ВятГУ, ФАВТ, каф. АТ. - 2-е изд., перераб. и доп. - Киров: [б. и.], 2014. - 149 с. - Загл. с титул. экрана
- 11) Ланских, Владимир Георгиевич. Интегральная цифровая схемотехника [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов направлений 230400.62 и 230101.62 всех профилей, всех форм обучения / В. Г. Ланских; ВятГУ, ФАВТ, каф. АТ. - Киров: [б. и.], 2014. - 232 с. - Загл. с титул. экрана
- 12) Ланских, Владимир Георгиевич. Математические основы теории систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов направления 27.03.04, а также других направлений

ФАВТа и ФПМТ: в 7 ч. / В. Г. Ланских; ВятГУ, ФАВТ, каф. АТ. - Киров: [б. и.]. Ч. 6: Математические модели систем автоматического управления. - 2016

13) Присмотров, Николай Иванович. Электромеханические свойства электрических двигателей [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов напр. 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника", 15.03.06 "Мехатроника и робототехника" / Н. И. Присмотров, С. И. Охапкин, Д. В. Ишутинов; ВятГУ, ИМИС, ФАВТ, каф. ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.], 2017

#### Дополнительная литература

- 1) Присмотров, Николай Иванович. Качество электроэнергии [Электронный ресурс]: учеб. пособие: для специальности 140604 для д/о, з/о / Н. И. Присмотров, Д. В. Ишутинов; ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.], 2010. - 163 с.
- 2) Грудинин, Виктор Степанович. Практика программирования микроконтроллеров AVR на языке Си CodeVision AVR с моделированием в пакете Proteus VSM: учеб. пособие по курсу "Компьютерное управление" для студентов специальности "Электропривод и автоматика пром. установок и технологич. комплексов" / В. С. Грудинин; ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.], 2009. - 67 с. - Библиогр.: с. 64-65
- 3) Кисаримов, Рудольф Александрович. Электропривод: справочник / Р. А. Кисаримов. - М.: РадиоСофт, 2010. - 351 с. - Библиогр.: с. 350
- 4) Присмотров, Николай Иванович. Электрический привод. Курсовое проектирование: учеб. пособие для студентов специальности 140604.65, направления 221000.62, 140400.62, профиля подготовки "Электропривод и автоматика" / Н. И. Присмотров, С. И. Охапкин, Д. В. Ишутинов; ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.], 2013. - 169 с. - Библиогр.: с. 169. - 100 экз.
- 5) Присмотров, Николай Иванович. Гидравлические и пневматические приводы [Электронный ресурс]: учеб. пособие: для специальности 140604 для д/о, з/о / Н. И. Присмотров, С. И. Охапкин; ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.], 2010
- 6) Ильинский, Николай Федотович. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение: учеб. пособие / Н. Ф. Ильинский, В. В. Москаленко. - М.: Академия, 2008. - 201 с. - (Высшее профессиональное образование. Электротехника). - Библиогр.: с. 200
- 7) Дегтерев, Борис Иванович. Электробезопасность [Электронный ресурс]: практикум для студентов технических направлений. всех профилей подготовки, всех форм обучения / Б. И. Дегтерев, С. А. Михайловская; ВятГУ, КирПИ, ФСА, каф. ПромБИС. - Киров: [б. и.], 2016. - 30 с.
- 8) Ланских, Анна Михайловна. Электротехника и электроника [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов направлений 220400.62, 230400.62, а также других направлений ФАВТ и ФПМТ / А. М. Ланских; ВятГУ, ФАВТ, каф. АТ. - Киров: [б. и.]. - Загл. с титул. экрана. Ч. 4: Электронные устройства. - 2014
- 9) Ланских, Владимир Георгиевич. Математические основы теории систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов направления 27.03.04, а также других направлений ФАВТа и ФПМТ: в 7 ч. / В. Г. Ланских; ВятГУ, ФАВТ, каф. АТ. - Киров: [б. и.]. Ч. 2: Основы теории графов и их применение. - 2016
- 10) Ланских, Владимир Георгиевич. Математические основы теории систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов направления 27.03.04, а также других направлений ФАВТа и ФПМТ: в 7 ч. / В. Г. Ланских; ВятГУ, ФАВТ, каф. АТ. - Киров: [б. и.]. Ч. 4: Сигналы и их математические модели. - 2016. - 43 с.
- 11) Изучение устройства компенсации реактивной мощности [Электронный ресурс]: метод. указания к лаб. практикуму: дисциплина "Качество электрической энергии": специальность 140604 "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов": для студентов д/о, з/о и у/о / ВятГУ, ФАВТ, каф. ЭП и АПУ; сост. Д. В. Ишутинов, Н. И. Присмотров. - Киров: [б. и.], 2008. - . - 100 экз.
- 12) Охапкин, Сергей Иванович. Исследование системы автоматического управления

электроприводом вентилятора с целью регулирования температуры [Электронный ресурс]: метод. указания к лаб. работе по дисциплинам "Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов", "Электропривод типовых механизмов": специальность 140604, IV курс д/о, V, VI курсы з/о / С. И. Охапкин, Н. И. Присмотров; ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.], 2008. - х

13) Исследование работы измерителей-регуляторов [Текст]: учебно-метод. пособие для студентов направления 140400.62, 221000.62, 1, 2, 3, 4 курс, д/о, з/о / С. И. Охапкин [и др.]; ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.]. Ч. 1. - 2014. - 35 с. - Библиогр.: с. 35

14) Моделирование электромеханических систем электропривода [Электронный ресурс]: метод. указания и лаб. практикум для студентов д/о и з/о: специальность 140604 / ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ; сост. Д. В. Иштутинов. - Киров: [б. и.], 2011. - 59 с.

15) Москвин, Эдуард Валентинович. Прикладные методы построения распределительных информационно-управляющих систем [Электронный ресурс]: учебно-метод. пособие для студентов направлений 13.03.02, 15.03.06, 4 курс всех форм обучения / Э. В. Москвин, В. С. Грудинин; ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.], 2014. - 78 с. - Загл. с титул. экрана

16) Сбоев, Виктор Минеевич. Визуальное моделирование микропроцессорных устройств [Электронный ресурс]: для бакалавров, студентов и магистров направлений

13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника", 15.03.06 "Мехатроника и робототехника" всех профилей подготовки, всех форм обучения: методический материал / В. М. Сбоев, В. С. Грудинин; ВятГУ, ИМИС, ФАВТ, каф. ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.], 2016. - 92 с.

17) Присмотров, Николай Иванович. Исследование системы ПЧ-АД с векторным управлением: учебно-метод. пособие для студентов направлений 140400.62, 221000.62 и специальности 140604.65 дневного и заочного отделений / Н. И. Присмотров, С. И. Охапкин, Д. В. Иштутинов; ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.], 2014. - 36 с.

18) Присмотров, Николай Иванович. Основы электропривода: учебно-метод. пособие для студентов направлений 13.03.02 и 15.03.06 / Н. И. Присмотров, С. И. Охапкин, Д. В. Иштутинов; ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ. - Киров: [б. и.], 2015. - 36 с. - Библиогр.: с. 36

Составитель: доцент кафедры ЭЭП



Р.Т. Хазиева