

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Вятский государственный университет»
(ВятГУ)

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ В СООТВЕТСТВИИ С ТЕМОЙ ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК
ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

**2.4.2 ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ
(ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)**

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы (технические науки) разработана С.И. Охапкиным, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок ВятГУ.

Рецензент – В.В. Черепанов, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры электроснабжения ВятГУ

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы (технические науки) утверждена на заседании кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок ВятГУ, протокол от «17» января 2023 г. № 3.

Программа предназначена для лиц, обучающихся по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – аспирантов) и лиц, прикрепленных для сдачи кандидатских экзаменов без освоения программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее вместе – соискатели).

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Кандидатский экзамен представляет собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по конкретной научной специальности и отрасли науки, по которой подготавливается или подготовлена диссертация.

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы (технические науки) (далее – программа, кандидатский экзамен) разработана в соответствии с пунктом 3 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

Содержание кандидатского экзамена по специальной дисциплине определяется содержанием паспорта научной специальности 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы (технические науки).

2. СОДЕРЖАНИЕ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Раздел 1. Системные свойства и связи компонентов электротехнических комплексов и систем

Типовая структура электротехнических комплексов и систем. Уравнения движения, механическая часть электропривода как объект управления. Расчетные схемы механической части электротехнических комплексов и систем. Приведение сил и моментов, масс и моментов инерции, упругостей (податливостей) и зазоров к оси вала двигателя. Обобщенные расчетные схемы многомассовых систем; их математическое описание и структурные схемы. Установившиеся и переходные динамические режимы многомассовых механических схем. Электромеханические и механические, естественные и искусственные характеристики двигателей.

Характеристики и режимы работы электротехнических комплексов и систем. Регулирование выходных координат. Переходные процессы. Показатели качества энергопотребления. Энергосберегающие методы и технологии, используемые в электротехнических комплексах и системах.

Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления.

Раздел 2. Физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование электротехнических комплексов и систем

Математическое описание процессов преобразования энергии в электротехнических комплексах и системах. Электромеханическая связь электропривода и ее характеристики. Обобщенная электрическая машина. Структура и характеристики линейризованного электромеханического преобразователя. Алгоритмы управления электроприводами, механизмами, агрегатами и комплексами.

Сравнительный анализ компьютерных средств моделирования электротехнических комплексов и систем. Основные моделирующие пакеты и их приложения. Математические модели электромеханических и электромагнитных преобразователей энергии, электрических аппаратов, систем электропривода, электроснабжения и электрооборудования промышленного назначения. Структура систем управления электротехническими комплексами и системами.

Раздел 3. Разработка научных основ проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов, систем и их компонентов

Управляемые преобразователи систем электроприводов и их компоненты. Обобщенная система управляемый преобразователь – двигатель. Сервоприводы.

Высоковольтные электроприводы. Электродвигатели и мотор-редукторы. Коммутационная и защитная аппаратура. Устройства плавного пуска и торможения. Средства управления и контроля. Расчет и выбор компонентов электротехнических комплексов и систем.

Стадии проектирования и состав проектов. Нормативная база проектной и научно-исследовательской деятельности. Технико-экономическое обоснование проектных решений.

Раздел 4. Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов и систем

Расчёт режимов и выбор компонентов автоматизированных электротехнических комплексов: управляющих средств (программируемых логических контроллеров, промышленных компьютеров), программных средств, комплектных электроприводов, датчиков.

Непрерывные системы управления. Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных систем. Дискретные системы управления. Методы синтеза дискретных систем. Системы управления на базе фаззи-логики, структура и алгоритмы управления.

Особенности оптимизации электротехнических комплексов и систем. Оптимизация регулируемого электропривода с упругими связями по критерию минимума колебательности. Оптимизация по критерию минимума энергопотребления. Автоматическое регулирование положения по отклонению. Пути снижения динамических нагрузок при пуске и выборе зазоров в передачах в многомассовых механических системах.

Раздел 5. Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов, систем и их компонентов в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях, диагностика электротехнических комплексов и систем.

Энергетическая эффективность систем электропривода. Качество электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов. Нормативные документы по качеству электроэнергии, определение показателей качества электроэнергии.

Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью. Средства улучшения показателей качества электроэнергии. Компенсация реактивной мощности в электротехнических комплексах и системах.

Раздел 6. Разработка эффективного, экологичного и безопасного полного жизненного цикла электротехнических комплексов

Электротехнический инжиниринг. Жизненный цикл электротехнических комплексов. Стадии жизненного цикла: исследование и проектирование, создание, эксплуатация, утилизация.

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Порядок проведения кандидатского экзамена по специальной дисциплине регламентируется требованиями Порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.03.2014 № 247 (с изменениями и дополнениями), а также требованиями локальных актов ВятГУ.

Для приема кандидатских экзаменов создаются комиссии по приему кандидатских экзаменов (далее - экзаменационные комиссии), состав которых утверждается приказом

ректора ВятГУ. Состав экзаменационной комиссии формируется из числа научно-педагогических работников ВятГУ (в том числе работающих по совместительству) в количестве не более 5 человек, и включает в себя председателя, заместителя председателя и членов экзаменационной комиссии. В состав экзаменационной комиссии могут также входить научно-педагогические работники других организаций. Экзаменационная комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по специальной дисциплине, если в ее заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе 1 доктор наук. Регламент работы экзаменационных комиссий определяется соответствующим локальным актом ВятГУ.

Билеты для сдачи кандидатского экзамена по 2.4.2 Электротехнические комплексы и системы (технические науки) содержат два теоретических вопроса, которые формируются на основе содержания кандидатского экзамена (см. раздел 3 настоящей Программы); примерный перечень вопросов указан далее в разделе 4 настоящей Программы. Билеты оформляются по установленному образцу (приложение 1), утверждаются заведующим кафедрой. До даты проведения кандидатского экзамена доступ к билетам закрыт.

Кандидатский экзамен проводится в **устной** форме. Для подготовки ответа соискателю выдаются бланки ответа с печатью Отдела аспирантуры, докторантуры и НИРС. Время подготовки к ответу - не более **1,0** академического часа (40 минут); на ответ дается не более **0,5** академического часа (20 минут).

Экзаменационная комиссия вправе задать соискателю дополнительные, уточняющие вопросы как по билету кандидатского экзамена, так и по другим вопросам настоящей Программы.

Оценка ответа осуществляется экзаменационными комиссиями в порядке, установленном соответствующим локальным актом ВятГУ с выставлением оценки по шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «не удовлетворительно».

Перечень заданных соискателю вопросов (в том числе дополнительных) и характеристика ответов на них, а также решение экзаменационной комиссии оформляется протоколом и указывается в экзаменационной (зачетной) ведомости, зачетной книжке (при наличии), формы и порядок оформления которых утверждены локальными актами ВятГУ.

4. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ

1. Методы анализа и синтеза непрерывных САУ.
2. Методы анализа и синтеза дискретных САУ.
3. Уравнения движения, механическая часть электропривода как объект управления. Расчетные схемы механической части электротехнических комплексов.
4. Обобщенные расчетные схемы многомассовых систем; их математическое описание и структурные схемы.
5. Электромеханические и механические, естественные и искусственные характеристики двигателей. Электромеханическая связь в электроприводе.
6. Особенности оптимизации электротехнических комплексов и систем. Оптимизация регулируемого электропривода с упругими связями по критерию минимума колебательности.
7. Автоматическое регулирование положения по отклонению.
8. Пути снижения динамических нагрузок при пуске и выборе зазоров в передачах в двухмассовой механической системе.
9. Энергетическая эффективность систем электропривода.

10. Качество электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов.
11. Нормативные документы по качеству электроэнергии, определение показателей качества электроэнергии.
12. Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью. Средства улучшения показателей качества электроэнергии.
13. Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электроснабжения. Способы и средства компенсации реактивной мощности.
14. Оптимизация по критерию минимума энергопотребления.
15. Обобщённая система управляемый преобразователь – двигатель.
16. Высоковольтные электроприводы.
17. Электродвигатели и мотор-редукторы

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ

1. Рузавин, Г. И. Методология научного познания : учебное пособие / Г.И. Рузавин. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 287 с. - ISBN 978-5-238-00920-9 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115020/> (дата обращения: 03.03.2021). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.
2. Белов, Михаил Петрович. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов : учебник / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. - М. : Академия, 2004. - 574, [1] с. - (Высшее профессиональное образование. Электротехника). - Библиогр.: с. 567-570. - ISBN 978-5-7695-4497-2 : 262.80 р., 231.00 р., 339.00 р., 288.00 р. - Текст : непосредственный.
3. Хорошавин, Валерий Степанович. Структурный синтез управляющих устройств оптимальных систем : монография / В. С. Хорошавин ; ВятГУ. - Киров : ВятГУ, 2020. - 131, [1] с. - Библиогр.: с. 84-90. - 500 экз. - ISBN 978-5-98228-232-3 : 0.24 р. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.
4. 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. Охапкин, Д. В. Ишутинов ; ВятГУ, ФАВТ, каф. ЭПиАПУ. - Киров : [б. и.], 2015. - 61 с.. - Библиогр.: с. 61
5. 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
6. 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.
7. 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
8. 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
9. 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
10. 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
 11. 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
 12. 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.
 13. Кисаримов, Рудольф Александрович. Электропривод : справочник / Р. А. Кисаримов. - М. : РадиоСофт, 2010. - 351 с.. - Библиогр.: с. 350
 14. 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. Охупкин, Д. В. Ишутинов ; ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ. - Киров : [б. и.], 2013. - 169 с.. - Библиогр.: с. 169. - 100 экз.
 15. 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
 16. 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
 17. 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
 18. 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.
 19. 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.
 20. 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. Ишутинов. - Киров : [б. и.], 2011. - 59 с.
 21. Присмотров, Николай Иванович. Основы электропривода : учебно-метод. пособие для студентов направлений 13.03.02 и 15.03.06 / Н. И. Присмотров, С. И. Охупкин, Д. В. Ишутинов ; ВятГУ, ФАВТ, кафедра ЭПиАПУ. - Киров : [б. и.], 2015. - 36 с.. - Библиогр.: с. 36

22. Присмотров Н. И. Динамика электромеханических систем : монография. - Киров: Изд-во Научное издательство ВятГУ. - 2018. - 291 с.

Учебно-методическое обеспечение специальной дисциплины, в том числе перечень учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронно-библиотечных систем (электронных библиотек), профессиональных баз (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) данных и информационно-справочных систем, необходимое для подготовки к сдаче кандидатского экзамена в полном объеме содержится в рабочей программе специальной дисциплины «Электротехнические комплексы и системы».

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТИПОВОЙ БЛАНК БИЛЕТА К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Вятский государственный университет»
(ВятГУ)

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой
электропривода и автоматизации
промышленных установок
_____ С.И. Охапкин
«__» _____ 2023

Кандидатский экзамен
по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание
ученой степени кандидата наук по научной специальности
2.4.2 Электротехнические комплексы и системы (технические науки)

Экзаменационный билет № ____

1. _____.
2. _____.