

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Марийский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по инновационной
деятельности

 / К.Н. Белослудцев
(подпись)

«20» января 2024 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРИ ПРИЁМЕ НА
ОБУЧЕНИЕ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ПРОГРАММАМ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ - ПРОГРАММАМ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И
НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ**

**Научная специальность 2.4.2. Электротехнические комплексы и
системы**

Специальная дисциплина Электротехнические комплексы и системы

Йошкар-Ола

2024

Настоящая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиями их реализации, сроком освоения этих программ, образовательных технологий, Порядком приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре и паспорта научной специальности 2.4.2. – Электротехнические комплексы и системы

Программа разработана: к.т.н., доцентом, заведующим кафедры электроснабжения и технической диагностики И.Х. Гариповым
(должность, Ф.И.О., ученая степень, звание автора(ов) программы)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
каф. электроснабжения и технической диагностики
(название кафедры)

протокол заседания № 4а от «07» декабря 2023 г.

И.Х. Гарипов

(подпись, Ф.И.О. зав. кафедрой)

Содержание

1. Общие положения.....	4
2. Требования к уровню знаний, умений и навыков поступающих.....	4
3. Содержание программы вступительного испытания.....	4
4. Критерии оценки.....	7
5. Рекомендуемая литература.....	8

1. Общие положения

Программа вступительного экзамена по направлению подготовки 13.06.01 – Электро- и теплотехника (профиль 2.4.2. – Электротехнические комплексы и системы) составлена с учётом требований к вступительным испытаниям, в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Программа электротехнические комплексы и системы предназначена для поступающих на обучение в аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Марийский государственный университет» по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника.

2. Требования к уровню знаний, умений и навыкам поступающих

Вступительные испытания проводятся в объёме требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета/магистратуры.

Поступающий должен продемонстрировать:

Знания:

Знание методологических основ дисциплины;

Знание общих основ электротехники, электромеханики, электроснабжения;

Знание фундаментальных понятий и принципов функционирования электротехнических комплексов и систем;

Знание основ проектирования и эксплуатации электротехнических комплексов;

Знание энергосберегающих методов производства, распределения и потребления электроэнергии в электроэнергетических комплексах;

Знание основных закономерностей энергетических и динамических процессов в электротехнических комплексах с учётом специфики характеристик машин и механизмов;

Глубокое знание программного содержания специальных дисциплин.

Умение:

Умение логично и аргументировано излагать материал.

Навыки:

Навыки владения понятийно-исследовательским аппаратом применительно к избранной научной отрасли, научной специальности и специализации;

Представления о существующих проблемах в избранной научной области и основных направлениях их решения;

Представления о фундаментальных работах и публикациях периодической печати в избранной научной области;

Свободное владение материалом, изложенном в реферате.

3. Содержание программы

1. Техническая диагностика электроустановок систем преобразования электрической энергии.
Основные понятия и определения технической диагностики. Особенности диагностирования систем преобразования. Методы диагностирования.
2. Влияние качества электрической энергии на потребителей электрической энергии. Требования ГОСТ 32144-2013 - к показателям качества напряжения.
Основные показатели качества электрической энергии. Нормирование показателей качества электрической энергии согласно ГОСТ 32144-2013. Измерение параметров качества электроэнергии. Влияние параметров качества электроэнергии на работу осветительных приборов.
3. Компенсация реактивной мощности в электротехнических комплексах. Основные направления.

Реактивная мощность в электротехнических комплексах. Технические характеристики источников реактивной мощности. Выбор компенсирующих устройств на основе нормативных документов.

4. Обеспечение качества напряжения в процессе эксплуатации электроустановок. Методы регулирования напряжения. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях.
Способы регулирования напряжения: аппаратное и схемное. Симметрирование нагрузок.
5. Допустимые перегрузки элементов преобразовательных установок в системах электроснабжения. Прогнозирование перегрузок.
Показатели, характеризующие нагрузки преобразовательных систем. Определение средних и среднеквадратичных нагрузок. Определение перегрузок по статистическому методу.
6. Выбор типа и мощности электродвигателей производственных механизмов.
Выбор двигателей по номинальным параметрам. Проверка двигателей при кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы.
7. Сокращение числа ступеней преобразования при передаче и использовании электрической энергии.
Определение рациональных ступеней напряжения аналитическим способом. Приближенное определение рациональных ступеней напряжения.
8. Основы теории прогнозирования и динамики потребления электрической энергии.
Учет расхода электрической энергии. Регулирование электропотребления предприятий. Прогнозирование роста нагрузок. Методы прогнозирования.
9. Надежность и техническая диагностика электропривода.
Основы надежности элементов электроустановок. Количественные показатели надежности. Общие положения диагностики. Характеристики метода диагностирования элементов электротехнических комплексов.
10. Исследование работоспособности электротехнических комплексов при разнообразных внешних воздействиях.
Работоспособность объектов. Классификация воздействующих факторов и виды отказов.
11. Элементная база управления силовыми цепями электрооборудования (пускатели, контакторы, резисторы, силовые полупроводниковые приборы).
Выбор аппаратов управления в электротехнических устройствах. Проверка выбранных аппаратов на работоспособность.
12. Преобразователи частоты переменного тока.
Принципиальная схема преобразователей частоты. Устройство. Область применения.
13. Классификация приемников электрической энергии промышленных предприятий и их характеристики.
Классификация приемников электрической энергии по видам преобразования: тепловые, осветительные, механические. Основные технические характеристики.
14. Методы повышения надежности электроустановок.
Виды повышения надежности: методы резервирования – нагрузочное, информационное, структурное, сквозящее, централизованное, замещение, дублирование.
15. Методы оптимизации систем электроснабжения. Характерные схемы.
Основы оптимизации при выборе систем электроснабжения:
 - использование методов аппроксимации в технико-экономических расчетах;
 - использование метода интерполяции, метода приближенных функций;
 - определение точек экстремума эмпирических функций.
16. Несинусоидальность и несимметрия в сетях промышленных предприятий.
Показатели качества электроэнергии, и их нормирование. Основные причины возникновения несинусоидальности и несимметрии напряжения. Пути их снижения и управления.

17. Методика расчета потерь мощности в системах электроснабжения.
Определение потерь в распределительных сетях 0,4 и 10 кВ. Потери в силовых трансформаторах, пути их снижения. Определение потерь в электроустановках (двигателях, компенсаторах, трансформаторах тока и напряжения).
18. Разработка безопасной и эффективной эксплуатации электротехнических комплексов.
Разработка средств обеспечения работоспособности электротехнических комплексов: выявление в процессе эксплуатации слабых элементов комплексов; выявление основных причин отказов элементов, разработка новых средств для определения дефектов на ранней стадии их возникновения.
19. Пуск асинхронного двигателя при различных режимах нагрузки.
Пусковые режимы асинхронного двигателя при холостом ходе, в режиме нагрузки, перегрузке и при аварийном режиме.
20. Выбор аппаратов защиты при аварийных режимах в электроустановках.
Виды современных аппаратов для защиты электроустановок до и выше 1000 В: автоматические выключатели, магнитные пускатели, контакторы, реле.
21. Общие требования к построению систем электроснабжения промышленных предприятий.
Энергетическое хозяйство промышленных предприятий: потребители электрической энергии, уровни (ступени) системы электроснабжения, основные требования к системе электроснабжения.
22. Автоматическое управление аварийными режимами в системах электроснабжения.
Виды автоматических управлений аварийными режимами:
 - автоматическое повторное включение (АПВ);
 - автоматическое включение резерва (АВР);
 - автоматическое частотное регулирование (АЧР).
23. Расчет потерь мощности в системах электроснабжения.
Методика расчета потерь мощности в электроустановках. Алгоритм расчета потерь, математический аппарат.
24. Потери напряжения в воздушных линиях.
Потери напряжения при нормальном и аварийном режимах. Пути улучшения качества напряжения.
25. Выбор напряжения в системах электроснабжения.
Технико-экономическое обоснование ступеней напряжения в системах электроснабжения промышленных предприятий и населенных пунктов.
26. Классификация распределительных устройств:
 - закрытые распределительные устройства (ЗРУ);
 - открытые распределительные устройства (ОРУ);
 - комплексные устройства высокого напряжения;
 - распределительные щиты и щиты управления.
27. Типы регуляторов напряжения под нагрузкой.
Регуляторы напряжения под нагрузкой с токоограничивающими сопротивлениями тока РНТ-13. Регулятор напряжения под нагрузкой с реактором РНТА. тиристорные переключатели.
28. Трансформаторы тока и трансформаторы напряжения. Особенности их работы.
Условия работы трансформатора тока и напряжения. Обслуживание трансформаторов тока и напряжения.
29. Сравнительный анализ механических характеристик асинхронного, синхронного и двигателей постоянного тока.
Естественные характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения, последовательного возбуждения, смешанного возбуждения. Механические характеристики

асинхронного двигателя, Механические характеристики синхронного двигателя. Анализ механических характеристик.

30. Асинхронный двигатель, основные характеристики, область их применения.

Принцип работы, конструкция асинхронного двигателя. Основные типы, характеристика двигателя. Двигатель с короткозамкнутым и фазным ротором. Область их применения.

4. Критерии оценки

Вступительный экзамен проводится по билетам в соответствии с заявленной программой. Содержание экзамена в аспирантуру охватывает все минимальное содержание, установленное ФГОС высшего образования по программам специалитета/магистратуры. Экзамен проводится по экзаменационным билетам, включающим 2 вопроса из программы вступительных испытаний и 1 – собеседование по научным публикациям поступающего (по реферату при отсутствии публикаций). В Приложении 1 представлен образец экзаменационного билета для сдачи вступительного экзамена в аспирантуру.

Для определения качества ответа на вступительных экзаменах при поступлении в аспирантуру учитываются следующие критерии: соответствие теме; полнота раскрытия вопроса, подкрепление теоретических положений примерами; правильность фактического материала; научный уровень; логическая последовательность изложения материала; знание терминологии; степень осознанности понимания изученного; правильное речевое оформление (научный стиль изложения, соответствие нормам современного литературного языка).

Ответ поступающего в аспирантуру на экзамене оценивается по пятибалльной шкале: 5 (отлично), 4 (хорошо), 3 (удовлетворительно), 2 (неудовлетворительно).

5 (отлично)	ответ полный и развёрнутый. Просматривается понимание существа проблемы и путей её решения. Продемонстрированы умения выделять существенные признаки понятий и причинно-следственные связи явлений; умения включаться в дискуссию, аргументировать свою позицию, выражать отношение к тем или иным точкам зрения. Ответ структурирован, логичен, терминологически обоснован, умеет тесно увязывать теорию с практикой. Речь коммуникативно целесообразная.
4 (хорошо)	Ответ в целом полный и аргументированный. Прослеживается умение выделять главное и существенное, анализировать разные точки зрения на проблему, при этом не всегда чётко аргументирована собственная позиция. Ответ выстроен логически верно, выявлены существенные признаки понятий, явлений, дана их чёткая интерпретация, сделаны обоснованные выводы. Речь коммуникативно целесообразная.
3 (удовлетворительно)	Ответ в целом раскрывает содержание вопроса, но допущены существенные отклонения от темы, Прослеживается понимание заявленной проблемы, но при этом обнаруживается недостаточная последовательность и логичность суждений. Допущены неточности в раскрытии понятий, теорий, явлений. Прослеживается попытка анализировать информацию с разных точек зрения, но не делаются обоснованные выводы.
2 (неудовлетворительно)	Ответ не полный, не аргументирован. Представлены разрозненные знания по существу вопроса. Допущены ошибки в определении понятий и их интерпретации. Обнаруживается фрагментарность изложения материала, нарушение логики представления понятий,

	явлений, теорий. Ответ требует уточнения и коррекции. Не получены ответы по основополагающим вопросам дисциплины. Речь отличается коммуникативно нецелесообразными проявлениями.
--	--

Оценка ответов на вступительном экзамене проводится экзаменационной комиссией, действующей на основании приказа, Оценка определяется простым большинством голосов членов комиссии. При равном количестве голосов, голос председателя является решающим.

Максимальное количество баллов за вступительный экзамен – 5 баллов, минимальное количество – 3 балла.

5. Рекомендуемая литература

5.1. Основная литература

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации - Москва: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013. - 348 с. - ISBN 978-5-98908-105-9.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22731.html>;

2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей - Москва: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013. - 332 с. - ISBN 978-5-98908-104-2.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22732.html>.

3. Устройство и эксплуатация электрических аппаратов. Часть 1. Коммутационные электрические аппараты : Конспект лекций - Москва: Московская государственная академия водного транспорта, 2015. - 49 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46877.html>;

4. Курбатов Павел Александрович Электрические аппараты : Учебник и практикум Для академического бакалавриата / Акимов Евгений Георгиевич, Годжелло Андрей Григорьевич, Райнин Валерий Ефимович - Москва: Юрайт, 2018. - 250 с - ISBN 978-5-9916-9715-6. (Серия: Высшее образование).- Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/415165>;

5. Сипайлова Надежда Юрьевна Электрические и электронные аппараты. Проектирование : Учебное пособие Для прикладного бакалавриата ; Сипайлова Н. Ю. - Москва: Юрайт, 2018. - 167 с - ISBN 978-5-534-00746-6. (Серия: Высшее образование).- Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/414070>;

6. Электрические и электронные аппараты / Нейман Л.А. ; Абрамов Е.Ю., Нейман Л.А. - Москва: НГТУ, 2017.- Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778232112.html>;

7. Электрические станции и подстанции. Часть 1. Электрические станции и подстанции : Учебное пособие - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. - 90 с. - ISBN 978-5-8265-1387-3.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64621.html>;

8. Сташкевич А. С. Электрические станции и подстанции : учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 электроэнергетика и электротехника ; Сташкевич А. С. - Оренбург: ОГУ, 2018. - 108 с. - ISBN 978-5-7410-2223-8.- Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/159874>;

9. Митрофанов С. В. Правила устройства электроустановок и техника безопасности : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 13.03.02 электроэнергетика и электротехника, 13.03.01 теплоэнергетика и теплотехника, 11.03.03 конструирование и технология электронных средств, 11.03.04 электроника и нанoeлектроника ; Митрофанов С. В. - Оренбург: ОГУ, 2018. - 100 с. - ISBN 978-5-7410-2120-0.- Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/159734>.

10. Электроснабжение : Учебное пособие - Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2016. - 155 с. - ISBN 2227-8397.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80454.html>;

11. Быстрицкий Геннадий Федорович Электроснабжение. Силовые трансформаторы : Учебное пособие для вузов / Кудрин Борис Иванович ; Быстрицкий Г. Ф., Кудрин Б. И. - Москва: Юрайт, 2020. - 201 с - ISBN 978-5-534-08404-7. (Серия: Высшее образование).- Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/452001>.

12. Веремеев А. А. Техника высоких напряжений : учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 электроэнергетика и электротехника ; Веремеев А. А. - Оренбург: ОГУ, 2018. - 124 с. - ISBN 978-5-7410-2160-6.- Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/159721>;
13. Соловьев И. И. Основы техники высоких напряжений : Учебное пособие ; Соловьев И. И. - Архангельск: САФУ, 2019. - 110 с. - ISBN 978-5-261-01401-0. - Ч. 1.- Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/161905>;
14. Основы техники высоких напряжений : Учебное пособие - Архангельск: САФУ, 2017. - 144 с. - Ч. 1.- Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/161818>
15. Монтаж и эксплуатация электрооборудования систем электроснабжения : Учебное пособие - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2018. - 400 с. - ISBN 978-5-7638-3813-8.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/84254.html>.
16. Технические средства диагностирования электрооборудования / Арбузов Р.С., Тарасов А.Г. ; Овсянников А.Г., Арбузов Р.С., Тарасов А.Г. - Москва: НГТУ, 2015.- Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778226005.html>;
17. Орлов, Александр Игоревич Электрические машины : учебное пособие ; Мар. гос. ун-т - Йошкар-Ола: МарГУ, 2016. - 187 с. - ISBN 978-5-94808-947-8.;
18. Копылов Игорь Петрович Электрические машины в 2 т. Том 2 : Учебник для вузов ; Копылов И. П. - Москва: Юрайт, 2020. - 407 с - ISBN 978-5-534-03224-6. (Серия: Высшее образование.)- Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/451784>;
19. Копылов Игорь Петрович Электрические машины в 2 т. Том 1 : Учебник для вузов ; Копылов И. П. - Москва: Юрайт, 2020. - 267 с - ISBN 978-5-534-03222-2. (Серия: Высшее образование.)- Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/451783>;
20. Куксин, А. В. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию ; А. В. Куксин - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2020. - 57 с. - ISBN 978-5-4497-0528-0.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/94930.html>;
21. Агафонов, А. И. Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебное пособие / Бростилова, Т. Ю., Джазовский, Н. Б. ; А. И. Агафонов, Т. Ю. Бростилова, Н. Б. Джазовский - Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. - 300 с. - ISBN 978-5-9729-0505-8.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/98355.html>;
22. Релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие / Андреев, М. В., Рубан, Н. Ю., Суворов, А. А., Гусев, А. С., Сулайманов, А. О. ; М. В. Андреев [и др.] - Томск: Томский политехнический университет, 2018. - 167 с. - ISBN 978-5-4387-0796-7.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/98969.html>;

5.2 Дополнительная литература

1. Чунихин, Александр Адольфович Электрические аппараты : общий курс : учебник для вузов - Москва: Альянс, 2013. - 719 с. - ISBN 978-5-91872-040-0.;
2. Естественное и искусственное освещение. СНиП 23-05-95 разработаны в соответствии с общей системой нормативных документов в строительстве и входит в состав комплекса 23 (приложение Б СНиП 10-01-94) - Москва: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013. - 68 с. - ISBN 978-5-98908-128-8.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22678.html>;
3. Электроснабжение предприятий : Учебное пособие / Шклярский Я. Э. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный университет, 2015. - 297 с. - ISBN 978-5-94211-716-0.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71713.html>;
4. Естественное и искусственное освещение. СНиП 23-05-95 разработаны в соответствии с общей системой нормативных документов в строительстве и входит в состав комплекса 23 (приложение Б СНиП 10-01-94) - Москва: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013. - 68 с. - ISBN 978-5-98908-128-8.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22678.html>;
5. Пожарная безопасность электроустановок : Пособие - Москва: ПожКнига, 2018. - 240 с. - ISBN 978-5-98629-085-0.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/77574.html>;
6. Электробезопасность : Теория и практика - Москва: Инфра-Инженерия, 2017. - 184 с. - ISBN 978-5-9729-0188-3.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69022.html>;

7. Электробезопасность работников электрических сетей : Учебное пособие / Привалов Е. Е. - Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, Параграф, 2018. - 300 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76068.html>;

8. Электробезопасность : Учебное пособие / Привалов Е. Е. - Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, Параграф, 2018. - 172 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/76069.html>;

Журналы, рекомендованные ВАК:

1. Электричество.– Москва: МЭИ, 2014-2024 г.г.
2. Проблемы энергетики.– Казань: КГЭУ, 2014-2024 г.г
3. Электрические станции.– Москва: Фолиум, 2014-2024 г.г
4. Электрооборудование: эксплуатация и ремонт.– Москва, Промиздат, Электрооборудование: эксплуатация и ремонт