

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В
МАГИСТРАТУРУ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ
13.04.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
(Электроэнергетика и электротехника)**

профиль «Электроснабжение»

Чебоксары, 2026

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Данная программа предназначена для подготовки к вступительному испытанию в магистратуру Чебоксарского института (филиала) Московского политехнического университета по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Программа вступительного испытания в магистратуру сформирована на основе и в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратуры, по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (утвержден Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 28.02.2018 г., № 147) и определяет содержание и форму вступительного испытания по направлению «Электроэнергетика и электротехника» по программе магистратуры.

Правом на поступление в магистратуру пользуются лица, имеющие высшее образование, что подтверждено дипломом бакалавра, дипломом специалиста или дипломом магистра, либо документом иностранного государства об уровне образования и (или) квалификации, признаваемым в Российской Федерации на уровне диплома бакалавра, или диплома специалиста с высшим профессиональным образованием, или диплома специалиста.

Программа содержит перечень тем для вступительных испытаний, список рекомендуемой литературы для подготовки, описание формы вступительных испытаний и критериев оценки.

В заключение программы даются список учебников и учебных пособий, знакомство с которой поможет при подготовке к экзамену (библиография составлена по хронологическому принципу), а также примерный перечень вопросов, на основе которых составляются экзаменационные тесты.

II. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Прием в магистратуру осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний. Вступительные испытания проводятся предметной экзаменационной комиссией, которая назначается из числа профессорско-преподавательского состава филиала в составе не менее трех человек с выбором председателя комиссии. Состав комиссии утверждается приказом директора филиала.

Цель вступительного испытания - выявить уровень теоретической и практической подготовки поступающих, оценить их способность к углублённому освоению магистерской программы «Электроснабжение» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, а также определить готовность применять знания в сфере электроснабжения, включая цифровые

двойники энергосистемы, для успешного выполнения научно-исследовательских и прикладных задач в условиях цифровой трансформации электроэнергетики.

Вступительное испытание призвано решить *следующие задачи*:

- оценить способность и готовность поступающих осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации электроэнергетической и электротехнической отрасли, в том числе в цифровой среде;
- определить осознание абитуриентами предмета и специфики магистерской программы «Электроснабжение»;
- выявить готовность использовать имеющиеся знания, умения и навыки в области электроснабжения для освоения программы магистратуры;
- установить мотивационную готовность поступающего к углублённому изучению электрических схем генерирующих и сетевых организаций, релейной защиты и автоматики, электромагнитной совместимости в электроэнергетике, эксплуатации электрооборудования и средств автоматизации, а также автоматизация технологических процессов в электроэнергетике.

На основе данной программы можно составить объективное представление об уровне базовой подготовки претендентов на поступление в магистратуру и об их готовности к углублённому изучению предметов магистерской программы.

Поступающие в магистратуру должны знать: методы расчёта линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходные процессы в линейных электрических цепях, цепи с распределёнными параметрами, четырёхполюсники. Теория электромагнитного поля: электростатика, магнитостатика, электродинамика. Электрические машины: принцип действия, устройство и характеристики трансформаторов, асинхронные, синхронные машины постоянного тока: режимы работы, характеристики, пуск, регулирование скорости, потери, КПД, нагрев электрических машин. Электроэнергетические системы и сети: схемы и режимы работы электроэнергетических систем, расчёт установившихся режимов, потерь мощности и напряжения, короткие замыкания в ЭЭС, расчёт токов КЗ, устойчивость электроэнергетических систем, релейная защита и автоматика. Электрические и электронные аппараты: коммутационные аппараты низкого и высокого напряжения, электрическая дуга, процессы коммутации, выбор и проверка аппаратов по условиям работы. Измерения и метрология: методы и средства измерения электрических величин, погрешности измерений, классы точности, цифровые измерительные системы. Основы проектирования и эксплуатации: надёжность и диагностика электрооборудования, техника высоких напряжений, изоляция и перенапряжения, электробезопасность и заземление.

Поступающие в магистратуру должны уметь: произвести расчёт и анализ электрических цепей: рассчитывать токи, напряжения, мощности в цепях постоянного и переменного тока символическим методом и методом комплексных амплитуд, анализировать переходные процессы классическим и

операторным методом, строить векторные и топографические диаграммы, анализировать режимы работы электрических машин и трансформаторов, снимать и строить рабочие, механические, регулировочные характеристики, определять параметры схемы замещения по опытам холостого хода и короткого замыкания, рассчитывать пусковые токи, моменты, КПД, рассчитывать установившиеся режимы разомкнутых и замкнутых сетей 6-110 кВ, определять токи короткого замыкания в сетях с учётом разных видов КЗ, оценивать статическую и динамическую устойчивость системы, выбирать сечения проводов, кабелей, коммутационную аппаратуру по техническим условиям, подключать измерительные приборы и трансформаторы тока/напряжения, измерять мощность, энергию, параметры качества электроэнергии, обрабатывать экспериментальные данные, оценивать погрешности, строить графики, использовать различные инженерные прикладные программы, моделировать электрические цепи в Multisim, Micro-Cap, LTspice, выполнять расчёты режимов и КЗ в MATLAB/Simulink, PSCAD, RastrWin, оформлять схемы в nanoCAD, КОМПАС 3D, читать принципиальные, однолинейные, монтажные схемы, составлять расчётно-пояснительные записки по типовым задачам, оформлять документацию по ЕСКД и ЕСТД, решать прикладные инженерные задачи по электроснабжению, выбирать оборудование для заданных условий эксплуатации, оценивать энергоэффективность и предлагать меры по её повышению, анализировать причины аварийных режимов и предлагать защиту.

Поступающие в магистратуру должны владеть: навыками построения математических моделей электрических цепей, машин, систем электроснабжения, работать в MATLAB/Simulink, Mathcad, PSCAD, ETAP для анализа переходных и установившихся режимов, интерпретировать результаты моделирования и сопоставлять их с теорией, аппаратом передаточных функций, частотных характеристик, критериев устойчивости, настраивать ПИД-регуляторы для электропривода и систем возбуждения синхронных машин, оценивать качество переходных процессов, методиками выбора трансформаторов, кабелей, коммутационных аппаратов по номинальным и аварийным режимам, применять нормативную базу: ПУЭ, ПТЭП, ГОСТ, МЭК, обосновывать технические решения по критериям надёжности и экономичности, методиками проведения лабораторных испытаний электрических машин и аппаратов, снимать характеристики, обрабатывать данные, оценивать погрешность эксперимента, оформлять протоколы испытаний по требованиям стандартов, владеть САПР для разработки схем и компоновки электрооборудования: AutoCAD Electrical, КОМПАС-Электрик, EPLAN, составлять однолинейные схемы, спецификации, кабельные журналы, проверять проектные решения на соответствие нормам, методиками расчёта токов КЗ и координации защит, анализировать осциллограммы аварийных процессов, предлагать мероприятия по повышению надёжности и живучести системы,

владеть терминологией направления на русском и английском языке, читать и анализировать техническую документацию, статьи, патенты, оформлять отчёты, презентации, тезисы докладов, ориентироваться в ПУЭ, ПТЭП, СО, СТО, ГОСТ Р МЭК, применять требования по электробезопасности, заземлению, молниезащите, обосновывать решения ссылками на нормативы.

Вступительные испытания проводятся в очном формате или с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний). Формат вступительного испытания, поступающий определяет самостоятельно.

III. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В ВИДЕ ТЕСТИРОВАНИЯ, ПРОВОДИМОГО В ДИСТАНЦИОННОМ ФОРМАТЕ

Прием вступительных испытаний проводится в системе ВКС с применением LMS Московского политехнического университета. Каждый абитуриент за 30 минут до начала вступительного испытания подключается к ВКС по заранее объявленной ссылке и остается в этой конференции до окончания вступительных испытаний.

Допуск абитуриента осуществляется по результатам процедуры прокторинга – идентификации личности поступающего.

Для этого за полчаса до начала экзамена абитуриент должен подключиться к ВКС, громко и отчетливо сообщить свои фамилию, имя и отчество, предъявить документ, удостоверяющий личность, и индивидуальный номер личного дела или расписку Приемной комиссии о приеме документов.

Результаты тестирования абитуриентов, не прошедших процедуру идентификации, аннулируются.

Требования к техническому оснащению участника при выборе формата вступительного испытания в виде дистанционного тестирования:

- персональный компьютер (ноутбук), оснащенный средствами передачи (микрофон) и воспроизведения (колонки, наушники) звука и видео (вебкамера), а также соответствующий техническим требованиям средств видеоконференцсвязи (далее – ВКС);

- в случае, если невозможно установить веб-камеру так, чтобы был виден монитор персонального компьютера, рабочий стол и экзаменуемый, для передачи аудио- и видеоинформации необходимо применение отдельного устройства (смартфон, планшет);

- стабильный доступ к сети Интернет вышеуказанных аппаратных средств;
- наличие актуальной версии браузера и программы ВКС.

Консультации по совместимости программ ВКС с ЭВМ участника и помощь в их установке в день проведения экзамена не оказываются.

Камера и микрофон должны быть включены на протяжении всего периода проведения вступительного испытания.

По результату вступительного испытания поступающему выставляется оценка от нуля до 100 баллов. Минимальный положительный балл по 100-балльной системе составляет 40 баллов, ниже которого вступительное испытание считается несданным. Время выполнения заданий вступительного испытания составляет 40 минут. Время на выполнение каждого отдельного задания не регламентируется.

Каждое задание содержит 25 тестовых заданий. Ответы на задания проверяются членами предметной комиссии при сдаче письменного экзамена очно или автоматически в случае сдачи с использованием дистанционных технологий.

Ответ на каждый вопрос вступительного испытания оценивается по 4 балла.

Тестовое задание может содержать один или несколько правильных ответов. Задание считается выполненным верно, если отмечены все правильные ответы (и не отмечены неправильные). При наличии в задании нескольких правильных ответов частично верный ответ (отмечен не весь набор) оценивается в 0 баллов.

Итоговая оценка вступительного испытания определяется автоматически путем суммирования количества баллов, полученных за каждый вопрос.

Вместе с тем, в целях осуществления максимальной объективности оценивания результатов экзамена, комиссия в праве пересматривать количество баллов, полученных автоматически.

Поступающий, нарушающий правила поведения на вступительном испытании, может быть отстранен от тестирования. Фамилия, имя, отчество отстраненного поступающего и причина его удаления заносятся в протокол проведения вступительного испытания.

Использование справочной литературы, нормативных правовых актов, персональных компьютеров, средств связи, генеративного искусственного интеллекта и иных дополнительных источников информации при прохождении вступительного испытания не допускается, если иное не предусмотрено организационно-техническим порядком проведения испытания.

При обнаружении технической ошибки, опечатки или иной некорректности тестового задания экзаменационная комиссия фиксирует соответствующее обстоятельство и принимает решение в соответствии с локальными нормативными актами Филиала.

IV. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В ВИДЕ ПИСЬМЕННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ В ОЧНОЙ ФОРМЕ

На вступительное испытание поступающие допускаются при наличии документа, удостоверяющего личность и гражданство (паспорта), и расписки в подаче документов (при наличии).

По результату вступительного испытания поступающему выставляется оценка от нуля до 100 баллов. Минимальный положительный балл по 100-балльной системе составляет 40 баллов, ниже которого вступительное испытание считается несданным. Время выполнения заданий вступительного испытания составляет 40 минут. Время на выполнение каждого отдельного задания не регламентируется.

Каждое задание содержит 25 тестовых заданий. Ответы на задания проверяются членами предметной комиссии при сдаче письменного экзамена очно или автоматически в случае сдачи с использованием дистанционных технологий.

Тестовое задание может содержать один или несколько правильных ответов. Задание считается выполненным верно, если отмечены все правильные ответы (и не отмечены неправильные). При наличии в задании нескольких правильных ответов частично верный ответ (отмечен не весь набор) оценивается в 0 баллов.

Ответ на каждый вопрос вступительного испытания оценивается по 4 балла.

Вместе с тем, в целях осуществления максимальной объективности оценивания результатов экзамена, Комиссия в праве пересматривать количество баллов, полученных автоматически.

При проведении вступительного испытания вопросы поступающих по содержанию тестов членами экзаменационной комиссии не рассматриваются.

Использование справочной литературы, нормативных правовых актов, персональных компьютеров, средств связи, генеративного искусственного интеллекта и иных дополнительных источников информации при прохождении вступительного испытания не допускается, если иное не предусмотрено организационно-техническим порядком проведения испытания.

При обнаружении технической ошибки, опечатки или иной некорректности тестового задания экзаменационная комиссия фиксирует соответствующее обстоятельство и принимает решение в соответствии с локальными нормативными актами Филиала.

V. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН И РАЗДЕЛОВ, ВКЛЮЧЕННЫХ В ИСПЫТАНИЕ

На вступительное испытание для поступающих в магистратуру по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательная программа «Электроснабжение», выносятся вопросы по следующим разделам:

- Теоретические основы электротехники;
- Электрические машины;
- Электрические станции и подстанции;
- Электроэнергетические системы и сети;
- Проектирование систем электроснабжения.;

VI. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ, ВКЛЮЧЕННЫХ ВО ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ

Теоретические основы электротехники

Законы Кирхгофа, методы контурных токов, узловых потенциалов, наложения. Символический метод расчёта цепей синусоидального тока. Резонанс напряжений и токов, частотные характеристики. Трёхфазные цепи: симметричные и несимметричные режимы, метод симметричных составляющих. Классический и операторный методы расчёта. Переходные процессы в цепях 1-го и 2-го порядка. Интеграл Дюамеля. Нелинейные цепи и цепи с распределёнными параметрами. Статические и динамические ВАХ, методы расчёта. Длинные линии: уравнения, волновые процессы, стоячие волны. Теория электромагнитного поля. Электростатическое и магнитостатическое поле. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Энергия электромагнитного поля, теорема Пойнтинга.

Электрические машины

Трансформаторы: Устройство, принцип действия, схема замещения. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Параллельная работа трансформаторов. Асинхронные машины: Устройство, принцип действия, механическая характеристика. Пуск, регулирование скорости, энергетическая диаграмма. Однофазные и специальные асинхронные двигатели. Синхронные машины: Устройство, реакции якоря, угловые характеристики. Параллельная работа с сетью, U-образные характеристики. Синхронные компенсатор. Машины постоянного тока: Устройство, способы возбуждения, характеристики. Пуск, регулирование, коммутация. Генераторный и двигательный режимы.

Электрические станции и подстанции

Типы электростанций: ТЭС, ГЭС, АЭС, ГТУ, ПГУ. Главные схемы электрических соединений 6-750 кВ. Собственные нужды станций и подстанций.

Генераторы, трансформаторы, выключатели, разъединители, КРУ. Выбор и проверка оборудования по условиям нормального и аварийного режимов. Режимы работы и эксплуатация электрооборудования. Нагрузочные и аварийные режимы. Оперативные переключения, оперативное обслуживание. Ограничение токов КЗ, заземление нейтрали.

Электроэнергетические системы и сети

Расчёт режимов электроэнергетических системы. Схемы замещения линий и трансформаторов. Расчёт установившихся режимов разомкнутых и замкнутых сетей. Потери мощности и электроэнергии, мероприятия по их снижению. Короткие замыкания в электрических сетях. Виды КЗ, методы расчёта токов КЗ в сетях до и выше 1000 В. Влияние параметров элементов на токи КЗ. Устойчивость электроэнергетических систем. Статическая и динамическая устойчивость. Критерии устойчивости, методы повышения устойчивости. Регулирование частоты и напряжения в электрических сетях. Баланс активной и реактивной мощности. Средства регулирования, автоматическое регулирование возбуждения.

Проектирование систем электроснабжения

Определение электрических нагрузок. Методы расчёта нагрузок промышленных и гражданских объектов. Коэффициенты спроса, использования, одновременности. Выбор схемы электроснабжения. Радиальные, магистральные, смешанные схемы. Выбор напряжения, числа и мощности трансформаторов ЦТП, ГПП. Выбор и проверка элементов систем электроснабжения. Выбор сечений проводов и кабелей по нагреву, потерям напряжения, экономической плотности тока. Выбор коммутационной и защитной аппаратуры. Качество электроэнергии и компенсация реактивной мощности. Показатели качества электроэнергии. Устройства компенсации реактивной мощности, их выбор и размещение. Надёжность и электробезопасность. Показатели надёжности, расчёт надёжности систем электроснабжения. Заземление, зануление, УЗО, молниезащита. Требования ПУЭ и ПТЭП к проектированию систем электроснабжения.

VII. ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ

7.1. Теоретические основы электротехники

1. Электрическая цепь и ее элементы. Связь между напряжением и током в элементах электрической цепи.
2. Источники энергии: источник ЭДС, источник напряжения, источник тока.
3. Закон Ома для участка цепи с ЭДС.
4. Баланс мощностей в цепях постоянного тока.
5. Законы Кирхгофа для электрических цепей постоянного тока.
6. Метод контурных токов для расчета цепей постоянного и синусоидального токов.
7. Метод узловых потенциалов для расчета электрических цепей.
8. Теорема об активном двухполюснике (метод эквивалентного генератора).
9. Эквивалентные преобразования в электрических цепях.
10. Синусоидальный ток в электрической цепи с активным сопротивлением, индуктивностью и ёмкостью. Расчет основных параметров, построение векторных диаграмм.
11. Метод наложения при расчете электрических цепей.
12. Синусоидальный ток в цепи с последовательным соединением элементов R , L , C . Комплексные сопротивления и комплексные проводимости.
13. Резонанс напряжений при последовательном соединении элементов R , L , C . Векторные диаграммы.
14. Резонанс токов в параллельном контуре с элементами R , L , C . Векторные диаграммы.
15. Комплексная, активная и реактивная проводимости в электрических цепях синусоидального тока.
16. Изображение синусоидальных функций векторами и комплексными числами. Символический метод расчета.
17. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме.
18. Индуктивно связанные элементы цепи. Взаимная индуктивность и коэффициент связи.
19. Последовательное соединение индуктивно связанных элементов в электрических цепях.
20. Векторные диаграммы при согласном и встречном включении в цепях с последовательно соединённым индуктивно связанным элементов.
21. Параллельное соединение индуктивно связанных элементов в электрических цепях.
22. Векторные диаграммы при согласном и встречном включении в цепях с параллельно соединённым индуктивно связанным элементов.

- 23. Применение законов Кирхгофа для расчета разветвленных электрических цепей с индуктивно связанными элементами.
- 24. Мощности в цепях переменного синусоидального тока.
- 25. Расчет трехфазной цепи при соединении нагрузки «звездой» и «треугольником».
- 26. Симметричный режим трехфазной цепи. Методика расчета токов и напряжений.
- 27. Векторные диаграммы токов и напряжений для трехфазных цепей при симметричной нагрузке.
- 28. Измерение мощности в трехфазных цепях.
- 29. Активная, реактивная и полная мощности. Коэффициент мощности.
- 30. Соотношения между линейными и фазными напряжениями и токами в трехфазных цепях.

7.2. Электрические машины

- 31. Классификация электромеханических преобразователей энергии.
- 32. Работа однофазного трансформатора в режиме холостого хода.
- 33. Векторные диаграммы и схемы замещения однофазных трансформаторов.
- 34. Схемы и группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов.
- 35. Режимы работы трёхфазных трансформаторов.
- 36. Приведение параметров вторичной обмотки к первичной обмотке.
- 37. Внешние характеристики трансформаторов.
- 38. Параллельная работа трансформаторов.
- 39. Распределение нагрузок между трансформаторами.
- 40. Условия параллельной работы трехфазных трансформаторов.

7.3. Электрические станции и подстанции

- 41. Основные требования к схемам электрических соединений станций и подстанций.
- 42. Классификация электрических станций по характеру распределения электрической энергии.
- 43. Классификация электрических подстанций и их характеристики.
- 44. Особенности проектировании электрической части ТЭЦ.
- 45. Схемы подстанций и электроснабжения.
- 46. Графическое обозначение элементов электрических схем станций и подстанций.
- 47. Энергетическая система: принцип работы и их характеристика.

- 48. Электроэнергетическая система: особенности построения и их характеристика.
- 49. Качество электрической энергии.
- 50. Показатели качества электроэнергии.
- 51. Документы, регламентирующие качество электроэнергии.
- 52. Влияет отклонение частоты электрической системы на работу электродвигателей.
- 53. Поддержание стабильности частоты в электроэнергетической системе
- 54. Потери напряжения и методы их снижения.
- 55. Падение напряжения и его последствие.

7.4. Электроэнергетические системы и сети

- 56. Роль энергетики в народном хозяйстве.
- 57. Развитие энергетического хозяйства России.
- 58. Современные проблемы построения и управления электрических систем.
- 59. Современные технологии в построении линий электропередач.
- 60. Современные технологии повышения качества электроэнергии при ее передаче и распределении
- 61. Современные мероприятия по снижению потерь мощности и электроэнергии
- 62. Линии электропередачи переменного и постоянного тока. Особенности передачи электроэнергии.
- 63. Особенности конструкции понижающих и преобразовательных подстанций.
- 64. Снижение потерь мощности путем оптимизации режима по напряжению и реактивной мощности.
- 65. Вопросы эффективности замены проводов и перевод ВЛ на более высокое номинально напряжение.
- 66. Способы применения для принудительного достижения экономического потокораспределения в замкнутой сети.
- 67. Процесс первичного и вторичного регулирования напряжения на электростанциях в энергосистемах.
- 68. Уменьшение потерь электроэнергии в элементах сети путем выравнивания суточного графика нагрузки потребителей.
- 69. Определение экономического эффекта снижения потерь электроэнергии при замене проводов на повышенные сечения.
- 70. Определение задачи оптимизации распределения реактивных мощностей источников в системообразующих сетях.

71. Применение характерных способов для оптимизации режимов электрических сетей.

72. Определение целесообразности очередности размещения компенсирующих устройств в узлах электрической сети.

73. Затратные критерии, используемые для оценки сравнительной эффективности вариантов сооружения объектов.

74. Срок окупаемости при сравнении двух вариантов сооружения объектов.

75. Определение ущерба от вынужденных и плановых перерывов электроснабжения.

76. Фактор экологии при сравнительной эффективности вариантов развития электрической сети.

77. Технические ограничения, влияющие на пропускную способность ЛЭП напряжением 35-220 кВ.

78. Устройства, позволяющие увеличить пропускную способность линий.

79. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности в электрической сети.

80. Структурный анализ потерь электроэнергии в электрических сетях.

7.5. Проектирование систем электроснабжения

81. Основные требования, предъявляемые к проектам: исходные данные для проектирования и содержание проектов систем электроснабжения.

82. Проектная документация электрической части промышленного предприятия: порядок разработки и состав проектной документации.

83. Нормативно-техническая документация, применяемая при разработке проектов проектной документации электрической части промышленного предприятия.

84. Учет условий окружающей среды при проектировании систем электроснабжения: взаимовлияние окружающей среды и электроустановок, классификация помещений и зон по условиям окружающей среды.

85. Категории исполнения электрооборудования и электротехнических изделий в зависимости от места размещения. Климатические исполнения электротехнических изделий.

86. Защита электрооборудования от воздействия окружающей среды. Степени защиты электрооборудования.

87. Техничко-экономические расчеты при проектировании систем электроснабжения: цели, содержание и порядок расчетов.

88. Выбор экономически целесообразной площади сечения проводников.

89. Учет надежности электроснабжения при выборе оптимальных вариантов.

90. Анализ электроприемников и потребителей электроэнергии при проектировании систем электроснабжения.

91. Характерные параметры электрических нагрузок и методы определения электрических нагрузок, применяемые при проектировании.

92. Требования потребителей, предъявляемые к энергосистеме, и условия подачи электроэнергии энергоснабжающей организацией.

93. Обеспечение баланса активной и реактивной мощностей.

94. Проектные решения по поддержанию качества электроэнергии.

95. Электрические измерения, учет электрической энергии и автоматизация учета электропотребления.

96. Компенсация реактивной мощности: средства и способы компенсации реактивной мощности.

97. Компенсация реактивной мощности: общие положения по расчету компенсации реактивной мощности.

98. Определение мощности батарей конденсаторов, устанавливаемых в сети до 1 кВ.

99. Определение реактивной мощности, генерируемой синхронными двигателями.

100. Расчет экономического значения реактивной мощности, потребляемой из сети энергосистемы.

101. Анализ баланса реактивной мощности на границе раздела сети потребителя и энергосистемы

102. Размещение конденсаторных установок и управление ими

103. Проектирование систем распределения электроэнергии напряжением до 1 кВ: общие требования, предъявляемые к проектам электрооборудования, номинальные напряжения до 1 кВ

104. Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций

105. Выбор электрооборудования внутрицеховых сетей и их размещение

106. Питающие и распределительные силовые сети, осветительные сети производственных зданий

107. Выбор конструктивного исполнения электрических сетей, принципы построения защиты электрических сетей

108. Общие требования, предъявляемые к схемам электроснабжения промышленных объектов.

109. Выбор номинального напряжения для систем внешнего и внутреннего электроснабжения.

110. Построение картограммы и определение условного центра электрических нагрузок.

111. Выбор места расположения распределительных пунктов и трансформаторных подстанций.

112. Схемы питающих и распределительных сетей напряжением выше 1 кВ.

113. Выбор марки и сечений проводников линий 6-10 кВ.

114. Конструктивное исполнение и компоновка распределительных пунктов и трансформаторных подстанций.

115. Проектные решения по обеспечению надежности электроснабжения

116. Основные пути улучшения использования электроэнергии на промышленных предприятиях

117. Энергосбережение на промышленных предприятиях: определение расхода электроэнергии и энергетические характеристики потребителей электроэнергии

118. Снижение потерь мощности и электроэнергии в системах электроснабжения.

119. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии на промышленных предприятиях.

120. Система автоматизированного проектирования электрической части промышленного предприятия: виды обеспечения САПР, задачи и структура подсистемы автоматизированного проектирования электроснабжения.

VIII. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Нормативные правовые акты

1. Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г. с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020 (с учетом поправок, внесенных законами Российской Федерации о поправках к Конституции Российской Федерации от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 21.07.2014 № 11-ФКЗ, от 14.03.2020 № 1-ФКЗ) // Собрание законодательства РФ. – 2020. - № 144, - ст. 8198.

2. Об электроэнергетике : федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ : (ред. от 14.07.2022). – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_41577/

3. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ : (ред. от 14.07.2022). – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/

4. Об утверждении Правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг : постановление Правительства РФ от 27.12.2004 № 861 : (ред. от 27.03.2023). – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51143/

5. Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей : приказ Минэнерго России от 13.01.2003 № 6 : (зарег. в Минюсте

России 22.01.2003 № 4145). – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40926/

6. Об утверждении Инструкции по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций : приказ Минэнерго России от 30.06.2003 № 280. – Текст : электронный // Гарант : [сайт]. – URL: <https://base.garant.ru/1867259/>

7. Об утверждении Правил технологического присоединения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов по производству электрической энергии, а также объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам, к электрическим сетям : приказ Минэнерго России от 13.09.2018 № 757 : (ред. от 19.04.2022). – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_307104/

8. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP) : ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013). – Введ. 2017-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 108 с.

9. Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам : ГОСТ 15543.1-89. – Введ. 1991-01-01. – Переизд. (июнь 2007 г.) с Изменением № 1. – Москва : Стандартинформ, 2007. – 36 с.

10. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения : ГОСТ 32144-2013. – Введ. 2014-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 31 с.

11. Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения : ГОСТ 30331.1-2013 (IEC 60364-1:2005). – Введ. 2015-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 72 с.

12. Электроустановки низковольтные. Часть 5-53. Выбор и монтаж электрооборудования. Отделение, коммутация и управление : ГОСТ Р 50571.5.53-2013 (МЭК 60364-5-53:2001). – Введ. 2014-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 68 с.

13. Правила устройства электроустановок. – Изд. 7. – Москва : Энергосервис, 2022. – 486 с.

14. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования : РД 153-34.0-20.527-98. – Текст : электронный // Техэксперт: [сайт]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293748/4293748471.pdf>

15. Инструкция по определению расчетных электрических нагрузок зданий, помещений, сооружений и их оборудования : СО 153-34.20.561-2003. – Текст : электронный // Норматив : [сайт]. – URL: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/54/54265/index.htm>

Основная литература

1. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. В 2 т. Том 1. Электрические цепи : учебник для вузов / Л. А. Бессонов. — 12-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 831 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10731-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517560>

2. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. В 2 т. Том 2. Электромагнитное поле : учебник для вузов / Л. А. Бессонов. — 12-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 389 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07888-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510545>

3. Игнатович, В. М. Электрические машины и трансформаторы : учебник для вузов / В. М. Игнатович, Ш. С. Ройз. — 7-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 145 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18047-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561182>

4. Электрические машины и трансформаторы : учебник и практикум для вузов / В. И. Киселев, Э. В. Кузнецов, А. И. Копылов, В. П. Лунин. — 3-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 231 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21032-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/590102>

5. Копылов, И. П. Электрические машины : учебник для вузов / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 669 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18684-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/599049>

6. Лыкин, А. В. Электроэнергетические системы и сети : учебник для вузов / А. В. Лыкин. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 360 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04321-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561003>

7. Папков, Б. В. Электроэнергетические системы и сети. Токи короткого замыкания : учебник и практикум для вузов / Б. В. Папков, В. Ю. Вуколов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 353 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8148-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/584479>

8. Михеев, Г. М. Режимы нейтрали электрических сетей : учебное пособие / Г. М. Михеев, Х. У. Каландаров. — Чебоксары : Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2025. — 100 с. — ISBN 978-5-7677-3902-8.

Дополнительная литература

1. Ткачёв А.Н. Теоретические основы электротехники. Переходные процессы, цепи с распределенными параметрами, электромагнитное поле : учебное пособие / Ткачёв А.Н., Епишков Е.Н.. — Челябинск : Южно-Уральский технологический университет, 2023. — 88 с. — ISBN 978-5-6048829-3-1. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/127207.html>

2. Петренко Ю.В. Теоретические основы электротехники. Физические основы теории электрических цепей и методы их расчета : учебное пособие / Петренко Ю.В.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2022. — 132 с. — ISBN 978-5-7782-4677-5. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/126601.html>

3. Электрические машины : учебник и практикум для вузов / В. И. Киселев, Э. В. Кузнецов, А. И. Копылов, В. П. Лунин ; под общей редакцией В. П. Лунина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 231 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19656-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/583600>

4. Данилов, И. А. Электрические машины : учебник для вузов / И. А. Данилов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 95 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21178-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/599084>

5. Фролов, Ю. М. Тяговые и трансформаторные подстанции : учебник для вузов / Ю. М. Фролов. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 84 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20000-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/589880>

6. Ушаков, В. Я. Электроэнергетические системы и сети : учебник для вузов / В. Я. Ушаков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 393 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18061-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561302>

7. Сивков, А. А. Основы электроснабжения : учебное пособие для вузов / А. А. Сивков, А. С. Сайгаш, Д. Ю. Герасимов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 173 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20691-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/558598>

8. Быстрицкий, Г. Ф. Электроснабжение. Силовые трансформаторы : учебное пособие для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Б. И. Кудрин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 199 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20496-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/584419>

IX. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Официальный интернет-портал правовой информации - <http://pravo.gov.ru>
2. Сервер органов государственной власти Российской Федерации - <http://www.gov.ru>
3. Российская газета - <http://www.rg.ru>
4. Информационно-правовой портал «Гарант» - <http://www.garant.ru>
5. Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации. - <https://minenergo.gov.ru>
6. Официальный сайт ПАО «Россети» - <https://www.rosseti.ru>
7. Информационно-технический портал по энергосбережению и энергоэффективности «ЭнергоСовет» - <https://www.energsovet.ru>
8. Периодический научно-технический журнал «Новости ЭлектроТехники» (НЭТ) - <https://www.news.elteh.ru>
9. Ассоциация инженерного образования России - <https://aeer.ru/>
10. Союз энергетиков» и инновации в энергетике - <http://i-r.ru/about/>
11. Научная электронная библиотека Elibrary - <http://elibrary.ru/>
12. Федеральная служба интеллектуальной собственности (Роспатент) - <http://www.fips.ru>, <http://www.rospatent.gov.ru>

Разработчик:

доцент кафедры «Транспортно-

энергетические системы»

_____ Х.У. Каландаров

Приложение 1. Образец тестовых заданий для вступительного испытания

Ниже приведены примеры заданий, аналогичных тем, которые будут включены в экзаменационный билет (тестирование). Каждое задание оценивается в 4 балла (верный ответ – 4 балла, неверный – 0). Итоговая сумма – от 0 до 100 баллов.

Раздел 1. Теоретические основы электротехники (задания 1–5)

1. Метод расчёта, основанный на введении контурных токов, называется:

- а) Метод узловых потенциалов
- б) Метод наложения
- в) Метод контурных токов
- г) Метод эквивалентного генератора

2. При резонансе напряжений в последовательном RLC -контуре:

- а) Ток минимален
- б) Ток максимален, $\cos\varphi = 1$
- в) Напряжение на катушке равно нулю
- г) Активная мощность равна нулю

3. Символическое изображение тока $i = 10\sin(\omega t + 30^\circ)$ имеет вид:

- а) $10e^{(j30^\circ)}$
- б) $7.07e^{(j30^\circ)}$
- в) $10e^{(-j30^\circ)}$
- г) $7.07e^{(-j30^\circ)}$

4. Для расчёта переходных процессов операторным методом используют преобразование:

- а) Фурье
- б) Лапласа
- в) Z -преобразование
- г) Фурье-Лапласа

5. В трёхфазной симметричной системе линейное напряжение U_L связано с фазным U_ϕ соотношением:

- а) $U_L = U_\phi$
- б) $U_L = \sqrt{3} U_\phi$
- в) $U_L = U_\phi / \sqrt{3}$
- г) $U_L = 3 U_\phi$

Раздел 2. Электрические машины (задания 6–10)

6. Номинальное скольжение асинхронного двигателя обычно составляет:

- а) 0,01-0,02
- б) 0,02-0,06
- в) 0,1-0,15
- г) 0,2-0,3

7. Частота вращения магнитного поля статора асинхронной машины определяется формулой:

- а) $n = 60f/p$
- б) $n_1 = 60f_1/p$
- в) $n_2 = 60f_2/p$
- г) $n = 60f/(2p)$

8. При параллельной работе трансформаторов их напряжения короткого замыкания должны быть:

- а) Как можно разными
- б) Близкими
- в) Равными нулю
- г) Равными номинальному напряжению

9. Регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения изменением магнитного потока даёт регулирование:

- а) Выше основной скорости
- б) Ниже основной скорости
- в) В обе стороны
- г) Не влияет на скорость

10. Синхронная машина работает в режиме компенсатора при:

- а) Активной нагрузке
- б) Перевозбуждении и отсутствии активной нагрузки
- в) Недовозбуждении
- г) Коротком замыкании

Раздел 3. Электрические станции и подстанции (задания 11–15)

11. Главной схемой электрических соединений называют схему:

- а) Цепей управления
- б) Главных цепей коммутации и передачи энергии
- в) Цепей релейной защиты
- г) Цепей собственных нужд

12. Для ограничения токов короткого замыкания на подстанциях применяют:

- а) Токоограничивающие реакторы
- б) Разъединители
- в) Трансформаторы тока
- г) Заземляющие ножи

13. Собственные нужды ТЭС обычно питаются на напряжении:

- а) 0,4 кВ
- б) 6 кВ и 0,4 кВ
- в) 6 кВ и 0,4 кВ
- г) 110 кВ

14. Выключатель, предназначенный для отключения токов КЗ, называется:

- а) Разъединитель
- б) Отделитель
- в) Силовой выключатель
- г) Короткозамыкатель

15. Заземление нейтрали в сетях 110 кВ обычно:

- а) Изолированное
- б) Глухозаземлённое
- в) Через дугогасящий реактор
- г) Через активное сопротивление

Раздел 4. Электроэнергетические системы и сети (задания 16–20)

16. Потери мощности в линии зависят от:

- а) Квадрата тока
- б) Первой степени тока
- в) Напряжения
- г) Частоты

17. Для повышения статической устойчивости ЭЭС используют:

- а) Увеличение пропускной способности линий, АРВ
- б) Увеличение нагрузки
- в) Отключение генераторов
- г) Снижение напряжения

18. Ток трёхфазного КЗ рассчитывается по формуле:

- а) $I_{к.з.} = U_{ф} / Z$
- б) $I_{к.з.} = U_{ср} / (\sqrt{3} Z_{к.з.})$
- в) $I_{к.з.} = S_{к.з.} / U$

г) $I_{к.з.} = P / (\sqrt{3} U \cos\varphi)$

19. Регулирование частоты в ЭЭС осуществляется изменением:

- а) Реактивной мощности
- б) Активной мощности генераторов
- в) Напряжения
- г) Коэффициента трансформации

20. Передача мощности по линии ограничивается:

- а) Только нагревом проводов
- б) Нагревом, потерей напряжения, устойчивостью
- в) Только устойчивостью
- г) Только потерей напряжения

Раздел 5. Проектирование систем электроснабжения (задания 21–25)

21. Расчётная нагрузка группы электроприёмников определяется методом:

- а) Номинальной мощности
- б) Упорядоченных диаграмм / коэффициента максимума
- в) Средней мощности
- г) Установленной мощности

22. Сечение кабеля выбирают по условию:

- а) Только по экономической плотности тока
- б) По нагреву, потере напряжения, механической прочности, КЗ
- в) Только по потере напряжения
- г) По номинальному току

23. Коэффициент мощности $\cos\varphi$ повышают установкой:

- а) Конденсаторных батарей
- б) Реакторов
- в) Трансформаторов
- г) Генераторов

24. Напряжение для питания цеховых сетей обычно принимают:

- а) 0,23 кВ
- б) 0,4 кВ
- в) 6 кВ
- г) 10 кВ

25. Заземление электроустановок до 1000 В с глухозаземлённой нейтралью называется:

- а) Заземление
- б) Зануление
- в) Молниезащита
- г) Выравнивание потенциалов

ОТВЕТЫ НА ДЕМО-ЗАДАНИЯ

№	Ответ	№	Ответ	№	Ответ
1	в	10	б	19	б
2	б	11	б	20	б
3	б	12	а	21	б
4	б	13	в	22	б
5	б	14	в	23	а
6	б	15	б	24	б
7	б	16	а	25	б
8	б	17	а		
9	а	18	б		