

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
“ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ВИМ”  
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

---



УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по образовательной и  
редакционно-издательской деятельности  
Ю.С. Ценч  
2020 г.

## ПРОГРАММА

вступительного испытания для поступающих на обучение по программам магистратуры  
на направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Москва 2020 г.

## **1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

Цель вступительного испытания в магистратуру - отобрать наиболее подготовленных абитуриентов для обучения в магистратуре.

Вступительный экзамен проводится в форме тестирования посредством электронной информационной системы, составленным из перечня экзаменационных вопросов.

Экзамен проводится на русском языке.

Продолжительность экзамена 180 минут. Результаты экзамена оцениваются по 100-балльной шкале.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ПРОГРАММЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### *Раздел 1. Общая энергетика*

Современные типы электростанций и подстанций, особенности их технологического процесса.

Распределение нагрузки между электростанциями разных типов. Понятие о графиках нагрузок электростанций и подстанций. Энергосбережение в электроэнергетике.

Электрические схемы электростанций и подстанций. Назначение и особенности структурных и принципиальных схем конденсационных электростанций (КЭС), теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), атомных электростанций (АЭС), гидроэлектростанций (ГЭС), парогазовых установок (ПГУ), газотурбинных установок (ГТУ) и подстанций (ПС).

Удельные показатели электроэнергетического комплекса в России и за рубежом. Состояние электроэнергетического комплекса в России. Направления развития электроэнергетики. Опыт отечественного и зарубежного реформирования электроэнергетики.

Современные направления развития генерирующих компаний. Актуальные проблемы транспорта электроэнергии в ЕЭС России. Способы повышения пропускной способности линий электропередачи. Роль генерирующих компаний в обеспечении устойчивой работы энергосистемы при различных возмущениях.

Ведущие электроэнергетические компании (генерирующие, сетевые, производители электротехнического оборудования, научно-исследовательские институты). Система государственного регулирования и контроля в электроэнергетике.

Потери электроэнергии. Актуальность задачи снижения потерь электроэнергии. Рациональный уровень потерь электроэнергии. Детальная структура фактических потерь электроэнергии. Стоимость потерь электроэнергии.

Современные средства автоматизации Единой национальной электрической сети России. Цель и задачи создания автоматизированной системы технологического управления единой национальной (общероссийской) электрической сети (АСТУ ЕНЭС). Место АСТУ в управлении ЕНЭС.

Разработка и применение современных тарифных систем. Формирование и внедрение дифференцированных тарифов на электроэнергию. Тарифы, дифференцированные по уровню надежности электроснабжения потребителей. Энергоаудит и энергетический паспорт промышленного предприятия. Внедрение коммерческого учета электроэнергии и тепла. Оценка технико-экономической эффективности мероприятий по энергосбережению. Энергетическая

стратегия России до 2020 года. Зарубежный опыт энергосбережения. Федеральный закон Российской Федерации «Об энергосбережении». Основные принципы энергосберегающей политики. Федеральная целевая программа «Энергосбережение России». Источники финансирования программы энергосбережения.

## ***Раздел 2. Переходные процессы в электроэнергетических системах***

Причины возникновения электромагнитных переходных процессов и их следствия. Назначение расчетов переходных процессов и требования к ним. Расчетные условия. Система относительных единиц и ее применение при расчете переходных процессов. Расчетные схемы и схемы замещения. Преобразование схем замещения.

Мощность короткого замыкания. Виды коротких замыканий. Трехфазное короткое замыкание в неразветвленной цепи. Ударный ток.

Переходной процесс при включении трансформатора на холостой ход.

Влияние АРВ на переходный процесс. Режимы предельного возбуждения и нормального напряжения.

Схемы замещения синхронной машины при переходном процессе. Переходные ЭДС и реактивности синхронной машины.

Практический расчет начального сверхпереходного и ударного токов. Метод типовых кривых при расчете токов короткого замыкания.

Несимметричные режимы и их расчеты. Применение метода симметричных составляющих при расчетах несимметричных режимов. Параметры элементов системы на схеме замещения для токов различных последовательностей. Составление и преобразование схем для токов прямой, обратной и нулевой последовательностей. Составление основных и дополнительных уравнений для различных видов поперечной несимметрии. Векторные диаграммы токов и напряжений при различных видах короткого замыкания.

Статическая устойчивость энергосистемы. Практический критерий статической устойчивости и его применение. Мероприятия по обеспечению статической устойчивости.

Динамическая устойчивость. Метод площадей. Динамическая устойчивость асинхронных двигателей. Мероприятия для повышения динамической устойчивости.

Ограничение токов короткого замыкания.

Электродинамическое действие токов короткого замыкания.

Термическое действие токов короткого замыкания.

## ***Раздел 3. Электрооборудование станций и подстанций***

Синхронные генераторы и компенсаторы. Современные системы возбуждения и предъявляемые к ним требования. Способы включения генераторов в сеть. Перспективы улучшения характеристик генераторов.

Силовые трансформаторы и автотрансформаторы. Основные параметры и конструктивные особенности. Системы охлаждения. Тепловые режимы трансформаторов. Особенности автотрансформаторов. Способы изменения коэффициента трансформации.

Схемы распределительных устройств электроустановок. Заземления в электроустановках и режим нейтрали. Системы измерений, контроля, сигнализации и управления.

Собственные нужды электростанций и подстанций. Назначение, роль и влияние на надёжность работы электростанций и подстанций. Способы электроснабжения собственных нужд.

Отключение цепи переменного тока. Процесс гашения электрической дуги в коммутационных аппаратах. Дугогасительные устройства электрических аппаратов переменного и постоянного тока.

Типы выключателей и их конструктивные особенности. Основные параметры и эксплуатационные характеристики современных коммутационных аппаратов.

Измерительные трансформаторы и устройства. Сведения о конструкции.

Параметры, схемы соединения обмоток, схемы включения. Области применения.

Основные требования к электрооборудованию электростанций. Требования к электрооборудованию в части уровня изоляции, допустимого нагрева в продолжительных режимах, стойкости при коротких замыканиях (КЗ), коммутационной способности.

Нагрев проводников и электрических аппаратов. Нагрев проводников и электрических аппаратов в продолжительных режимах и при коротких замыканиях. Допустимые температуры нагрева.

Выбор и проверка основного оборудования. Выбор целесообразного способа ограничения токов короткого замыкания.

Выбор схемы присоединения электростанций к энергосистеме. Схема выдачи мощности. Схема присоединения к энергосистеме. Выбор числа воздушных линий на каждом напряжении.

Основные понятия и классификация компоновок электроустановок. Требования ПУЭ, ПТЭ и других нормативных документов к конструктивному исполнению и компоновки электроустановок.

Компоновка закрытых распределительных устройств с воздушной изоляцией до 35 кВ. Компоновка закрытых распределительных устройств напряжением 6-10 кВ сборного типа. Компоновка закрытых распределительных устройств 110-220 кВ с воздушной изоляцией.

Компоновка открытых распределительных устройств напряжением 35-220 кВ. Компоновка открытых распределительных устройств 330-750 кВ.

Элегазовые распределительные устройства. Классификация. Область применения. Преимущества и недостатки.

Компоновка электростанций. Компоновка основных объектов и оборудования на площадке электростанций. Примеры реализации компоновок КЭС.

#### ***Раздел 4. Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения***

Основные виды повреждений и ненормальных режимов работы энергоустановок электроэнергетических систем. Опасность токов короткого замыкания в электроустановках. Требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты.

Основные понятия о функциях релейной защиты. Деление на основные, резервные и дополнительные защиты, защиты с абсолютной и относительной селективностью, ближнее и дальнее резервирование. Принципы выполнения защит.

Общие сведения о фильтрах симметричных составляющих.

Источники оперативного тока. Их назначение и принцип действия. Условные графические и позиционные обозначения в схемах релейной защиты.

Типы и характеристики защит с относительной селективностью.

Максимальная токовая защита (МТЗ): назначение, принцип действия, схемы включения. Расчет токов срабатывания, выдержек времени и коэффициентов чувствительности МТЗ. Схемы включения реле МТЗ и их влияние на коэффициент схемы.

Токовая отсечка мгновенного действия: назначение, принцип действия, схемы включения. Токовая отсечка с выдержкой времени. Общая оценка токовых защит. Токовые направленные защиты на линиях с односторонним и двусторонним питанием. Схемы включения реле направления мощности.

Принципы выполнения защит с абсолютной селективностью. Виды дифференциальных защит.

Назначение и принципы действия телемеханики в распределительных сетях.

Назначение и принцип действия сетевых устройств автоматического ввода резерва.

Основные и дополнительные защиты силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Принцип действия и схемная реализация продольной дифференциальной защиты трансформатора. Принцип действия и схемная реализация газовой защиты силового трансформатора.

Назначение и принцип действия АПВ линий напряжением 10 кВ.

Принцип действия указателей поврежденного участка ВЛ.

Дистанционные измерители расстояния до места короткого замыкания.

Назначение и принцип действия устройства АРПН.

Назначение и принцип действия устройства АРКОН.

Назначение и принцип действия устройства АШФ.

Назначение и принцип действия устройства АЧР.

### ***Раздел 5. Системы электроснабжения***

Особенности и задачи сельского электроснабжения.

Основные показатели качества электроэнергии и их влияние на работу потребителей.

Способы и средства кондиционирования напряжения.

Электрические нагрузки с.х. потребителей и методы их определения.

Методы расчета электрических сетей 0,38-10 кВ по экономическим показателям.

Условия и порядок выбора коммутационной и защитной аппаратуры в сетях до и выше 1000 В.

Компенсация реактивной мощности и регулирование напряжения в системах электроснабжения.

Возможности таблицы отклонений и потерь напряжения при выполнении электротехнических расчетов.

Расчет колебания напряжения при запуске мощного асинхронного электродвигателя.

Структуры и параметры систем электроснабжения.

Оптимизация основных параметров режимов работы систем электроснабжения.

Типы схем распределительных сетей до и выше 1000 В, общая характеристика, области применения.

### ***Раздел 6. Электроэнергетические системы и сети***

Выбор напряжения питания района электросети.

Конструкции и схемы распределительных устройств.

Способы и средства регулирования напряжения.  
Способы и средства поддержания частоты на допустимом уровне.  
Баланс активной мощности в энергосистеме и его связь с частотой.  
Баланс реактивной мощности в энергосистеме и его связь с напряжением.  
Основы расчета основных режимов электроэнергетических систем.  
Расчет электрических нагрузок в сети с двухсторонним питанием.  
Компенсация реактивной мощности, выбор компенсирующих устройств.  
Режимы заземления нейтрали в электрических сетях. Сети с изолированной, глухозаземленной, компенсированной, эффективно заземленной нейтралью; их особенности, преимущества, недостатки, области применения. Системы заземления в сетях до 1000 В.

### ***Раздел 7. Эксплуатация электрооборудования систем электроснабжения***

Синхронные генераторы. Основные вопросы эксплуатации синхронных генераторов. Пуск и включение в сеть генераторов. Методы синхронизации. Область успешной синхронизации. Нормальные режимы работы синхронных генераторов. Допустимые перегрузки по току статора и ротора. PQ-диаграмма турбогенератора. Оперативные методы диагностики генераторов и основные методы испытаний синхронных генераторов.

Асинхронные двигатели (АД), схемы замещения, моментная характеристика. Влияние напряжения и частоты на моментную характеристику АД. Характеристики моментов основных механизмов собственных нужд. Основные вопросы эксплуатации электродвигателей. Основные защиты электродвигателей напряжением 6 кВ.

Силовые трансформаторы, основные эксплуатационные и режимные характеристики. Оперативные методы диагностики трансформаторов под напряжением. Основные испытания трансформаторов. Анализ растворенных в масле газов. Определение характера и степени опасности дефекта. Принятие решения о работоспособности трансформатора.

Основные вопросы эксплуатации высоковольтных выключателей. Методы испытаний, ресурсная характеристика. Основные вопросы эксплуатации распределительных устройств. Современные методы оперативной диагностики.

Оперативные переключения. Обеспечение безопасности при оперативных переключениях. Системы блокировок разъединителей и заземляющих ножей. Последовательность операций при включении и отключении электрических цепей. Отключение и включение воздушных и кабельных линий электропередачи. Перевод присоединений с рабочей на резервную систему шин. Переключения при выводе в ремонт выключателей.

### ***Раздел 8. Надёжность электроснабжения***

Общие понятия и определения из теории надежности, показатели надежности систем электроснабжения и их элементов, понятия об оптимальной надежности и нормировании надежности, понятие ущерба от перерывов электроснабжения, математические модели надежности систем электроснабжения и методы их исследования на различных иерархических уровнях

## **3. ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ЭКЗАМЕНОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ 13.04.02. “ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА”**

Задачи экзаменационного билета разбиты на 2 группы: А и В.

Первая группа задач А позволяет оценить базовый уровень знаний по агроинженерии. Каждая правильно решенная задача №№А1-А35 оценивается в два балла.

Вторая группа задач В позволяет оценить умения и навыки по агроинженерии. Каждая правильно решенная задача №№В1-В5 оценивается в шесть баллов.

После выполнения экзаменационной работы в черновике абитуриент должен правильно записать ответы в электронную форму компьютерного тестирования. Для этого ему нужно:

- 1) переписать решения задач А1-А35 из черновика ответы задач в графу «Ответ»;
- 2) перенести в электронную форму краткие решения задач В1–В5 (соотношения, которые следуют из условий, основные преобразования и т. д.) в электронной форме, преобразованные путем сканирования или фотографирования с обеспечением машиночитаемого распознавания его реквизитов.

Любая задача из группы А считается решённой правильно, если в графе «Ответы» приведён правильный ответ этой задачи. Отсутствие правильно записанного ответа по задачам означает, что соответствующее задание не выполнено.

Задача группы В считается правильно решённой, если приведено (направлено) краткое её решение со всеми необходимыми промежуточными выкладками, а также приведён правильный ответ. Наличие краткого решения задач группы С позволяет экзаменаторам оценить эти решения и при наличии ошибок. В этом случае (в зависимости от ошибки) решение задачи оценивается целым числом от 0 до 6 баллов.

### **Примеры тестовых заданий**

Для выполнения экзаменационной работы отводится 3 часа (180 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих 40 заданий. Если задание не удастся выполнить сразу, перейдите к следующему.

#### **Часть А**

К каждому заданию части А даны несколько ответов, из которых только один правильный. Выберите верный, по Вашему мнению, ответ.

А1. Какой способ нагрева применяют в электрокалориферах типа СФОЦ?

- 1) Диэлектрический.
- 2) Индукционный.
- 3) Прямой нагрев сопротивлением.
- 4) Косвенный нагрев сопротивлением.

А2. Какой из перечисленных материалов используется в качестве наполнителя в ТЭНах?

- 1) Окись магния.
- 2) Стекловолокно.
- 3) Слюда.
- 4) Фарфор.

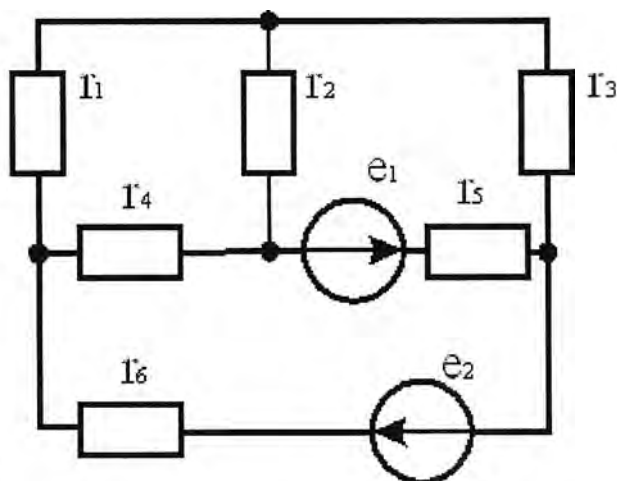
А3. К электрическому расчету нагревателей относится:

- 1) Определение теплового к.п.д.
- 2) Определение размеров (сечение и длина)
- 3) Определение термического сопротивления
- 4) Определение рабочей температуры

А4. Электрическая печь рассчитана на напряжение 220 В и ток 5 А. Какую энергию (кВт) израсходует печь за 4 часа работы? 7 Ответ округлить до десятой части числа.

#### Часть В

Каждое задание решите на отдельном листке и прикрепите в электронную форму краткие решения задач В1–В5 (соотношения, которые следуют из условий, основные преобразования и т. д.) в электронной форме, преобразованные путем сканирования или фотографирования с обеспечением машиночитаемого распознавания его реквизитов.



В1.

1. Записать систему уравнений для определения токов в ветвях путем непосредственного применения законов Кирхгофа.
2. Определить токи в ветвях методом контурных токов.
3. Построить потенциальную диаграмму для любого замкнутого контура, включающего ЭДС.
4. Определить Режимы работы активных элементов, составить баланс мощностей.

Значения ЭДС источников и сопротивлений:

$E_1=140$  В,  $E_2=120$  В,  $R_1=5$  Ом,  $R_2=4$  Ом,  $R_4=20$  Ом,  $R_5=12$  Ом,  $R_6=18$  Ом.

В2. Выбрать предохранитель для защиты электродвигателя (ЭД) и сечение ответвления от ШР до ЭД. Питание двигателя выполнить кабелем ААГ, для прокладки на скобах по стене. Данные электродвигателя:  $P_n = 14$  кВт;  $\cos \varphi = 0,85$ ;  $\eta = 0,9$ ; кратность пускового тока  $K_n = 5$ . Пуск ЭД - легкий. Электродвигатель находится во взрывоопасном помещении класса В - 1б.

#### 4. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

##### Основная литература

1. Рожкова Л.Д., Корнеева Л.К., Чиркова Т.В. Электрооборудование станций и подстанций, 2008



2. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная защита электроэнергетических систем: учебное пособие. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008.
3. Юндин М.А. Токовая защита электрооборудования . - СПб.: Лань, 2011
4. Хорольский В.Я., Таранов М.А. Надежность электроснабжения. – Ростов-на-Дону, ООО «Терра-Принт», 2007.
5. Лещинская Т.Б., Наумов И.В. Электроснабжение сельского хозяйства. : М.: Колосс,2008
6. Юндин М.А., Королев А.М. Курсовое и дипломное проектирование по электроснабжению сельского хозяйства. – СПб: Лань, 2011
7. Юндин, М.А. Защита электропотребителей от перенапряжений в сети 0,38 кВ / М. А. Юндин ; ФГОУ ВПО АЧГАА. - зерноград : АЧГАА, 2009. - 118 с. - Библиогр.: с.116-117. - 29-21. - 29-21.
8. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учебник / В. А. Андреев. - 5-е изд., стереотип. - М. : Высшая школа, 2007. - 640 с. : ил. - Библиогр.: с.625-634. - Предм. указ.: с.621-624. - ISBN 978-5-06-004826-1 : 429-00.

#### **Дополнительная литература**

9. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебник / Г. Я. Вагин, А. Б. Лоскутов, А. А. Севостьянов. - М. : Академия, 2010. - 224 с. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с.221-222. - Доп. УМО по образованию. - ISBN 978-5-7695-6539-7 : 286-00.
10. Устойчивость систем электроснабжения в аварийных и чрезвычайных ситуациях : учебное пособие / А. А. Коптев. - М. : Маршрут, 2006. - 400 с. - Библиогр.: с.390-394. - Прил.: с.379-389. - Рек. Управлением кадров, учебных заведений и правового обеспечения Федерального агентства железнодорожного транспорта. - ISBN 5-89035-162-1 : 537-00.
11. Передача и распределение электрической энергии : учебное пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. - 2-е изд. - Ростов-на-Дону : Феникс ; Красноярск : Издательские проекты, 2008. - 715 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с.667-671. - Прил.: с.672-716. - Доп. М-вом образования и науки РФ. - ISBN 978-5-222-13221-0 : 174-80.
12. Релейная защита городских электрических сетей 6 и 10 кВ : учебное пособие / А. Л. Соловьев, М. А. Шабад ; под ред. А.В.Беляева. - СПб. : Политехника, 2007. - 175 с. : ил. - ISBN 978-5-7325-0377-7 : 131-27.
13. Электроэнергетика : учебное пособие / В. Я. Хорольский, М. А. Таранов, В. Н. Шемякин. - зерноград : ФГОУ ВПО АЧГАА, 2010. - 600 с. - Библиогр.: с.599-602. - Доп. М-вом сельского хозяйства РФ. - ISBN 978-5-91833-009-8: 312-00.