

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
 Е.Ю. Майкова
« 8 » 09 2019 г.



ПРОГРАММА

вступительного экзамена в магистратуру направления подготовки магистров
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) подготовки – Управление электроэнергетическими
системами
Типы задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский;
эксплуатационный

Кафедра электроснабжения и электротехники

Тверь 2019

Программа вступительного экзамена содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам вариативной части учебного плана подготовки бакалавров по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль Управление электроэнергетическими системами, вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительных испытаний в магистратуру.

Разработчик программы:
доцент кафедры ЭСиЭ



К.Б. Корнеев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭСиЭ
«30» августа 2019 г., протокол №1.

Согласовано

Начальник отдела магистратуры



Т.В. Мисникова

Заведующий выпускающей кафедрой ЭСиЭ



А.Н. Макаров

I. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Дисциплины, вошедшие в содержание билетов вступительных испытаний в магистратуру: Электрические станции и подстанции, Переходные процессы в системах электроснабжения, Электротехнологические установки, Электроснабжение, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем.

1.1. Электрические станции и подстанции

Основные компоненты схем главных электрических соединений электрических станций и подстанций. Электрические силовые трансформаторы. Электрические реакторы. Ограничители перенапряжения. Трансформаторы тока и трансформаторы напряжения. Комплектное оборудование электрических станций.

Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на подстанции. Схемы распределительных устройств. Типовые группы схем, их характеристики, условия функционирования и область применения.

Транзитные, узловые и тупиковые подстанции. Схемы выдачи мощности на разных уровнях напряжения. Номинальные токи линий, трансформаторов, электрического оборудования. Выбор электрического оборудования по номинальным значениям токов. Методика расчёта токов короткого замыкания в высоковольтных электрических цепях.

Технологические потери в сетях высокого напряжения. Нормативы постоянных и переменных потерь в сетях разных уровней напряжения.

Управление режимами электрических сетей. Графики нагрузки и выдачи мощности. Выравнивание графиков нагрузки. Компенсация реактивной мощности.

1.2. Переходные процессы в системах электроснабжения

Режимы систем электроснабжения. Переходные режимы. Рабочие и аварийные переходные режимы. Причины возникновения переходных процессов. Электромагнитные переходные процессы. Электромеханические переходные процессы.

Виды, причины и последствия коротких замыканий. Допущения при расчетах токов коротких замыканий. Расчетные схемы и параметры их элементов. Схемы замещения и их преобразование. Расчет токов коротких замыканий в именованных и относительных единицах. Приведение параметров элементов короткозамкнутой цепи к базисным условиям.

Короткое замыкание на зажимах синхронного генератора. Токи короткого замыкания в удаленных точках системы электроснабжения. Начальный ток короткого замыкания. Ток короткого замыкания в произвольный момент времени. Установившийся режим короткого замыкания. Расчет начального значения тока короткого замыкания. Определение тока короткого замыкания в произвольный момент времени по расчетным и типовым кривым. Расчеты токов короткого замыкания в электроустановках напряжение до 1 кВ.

Метод симметричных составляющих. Соотношения между симметричными составляющими токов и напряжений. Схемы замещения отдельных последовательностей. Однофазное, двухфазное, двухфазное на землю короткие замыкания. Комплексные схемы замещения.

1.3 Электротехнологические установки

Общие сведения об электротермических установках. Устройство, тепловой и электрический расчет электротехнологических установок непрерывного и периодического действия. Электрическая дуга и ее характеристики. Устройство, схемы электроснабжения, расчет электрических характеристик установок. Параметры сварочной дуги, устройство и характеристики сварочных агрегатов постоянного и переменного токов, машин и установок контактной сварки.

Факторный анализ влияния характеристик электротехнологических установок на сети электроснабжения. Методы снижения воздействия.

1.4 Электроснабжение

Режимы электропотребления и методы расчета интегральных характеристик режимов и определения расчетных значений нагрузок.

Методы определения расчетных значений электрических нагрузок в системе электроснабжения различного назначения (метод коэффициента спроса, упорядоченных диаграмм, удельных показателей). Метод упорядоченных диаграмм: расчёт нагрузок первого, второго и третьего уровня электроснабжения

Схемы и конструктивное исполнение электрической сети напряжением до 1000 В. Выбор параметров электрической сети (проводов, кабелей, шинпроводов) и оборудования (силовых трансформаторов, защитных аппаратов) по условию допустимого нагрева. Проверка по условиям термического воздействия тока и потерям напряжения.

Общие положения действующих нормативных документов по расчёту токов короткого замыкания (ГОСТ 28249-93(2003), РД 153.34.0-20.527). Особенности расчёта токов короткого замыкания в электрических сетях и установках напряжением до 1000 В: допуски и ограничения.

Падение и потеря напряжения. Потребители и источники реактивной мощности. Зависимость потерь напряжения и мощности в электрических сетях от величины передаваемой реактивной мощности. Способы уменьшения величины потребляемой реактивной мощности. Влияние мощности и места установки компенсирующих устройств на величину потерь мощности и напряжения в элементах электрической сети.

Способы, алгоритмы и устройства для регулирования мощности компенсирующих устройств в электрических сетях до 1000 В.

Общие сведения о показателях качества электрической энергии, показатели качества напряжения. Действующие нормативные документы (ГОСТ 32144-2013).

Влияние показателей качества напряжения на работу оборудования системы электроснабжения.

1.5 Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей и основных электроприемников. Применение основных типов релейных защит; расчеты и выбор параметров аппаратов. Области автоматизированного управления состояниями схем питания потребителей и электроприемников. Характеристики и выбор аппаратов автоматического повторного включения, ввода резервного электрооборудования, синхронизации и др.

Типы автоматических устройств релейной защиты и их функции. Повреждения и ненормальные режимы; защита синхронных генераторов, трансформаторов и блоков генератор-трансформатор; защита сборных шин станций и подстанций. Автоматическое включение резервного питания; автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу; автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности, частоты и активной мощности. Противоаварийная автоматика, автоматический контроль и телемеханика.

II. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭКЗАМЕНА

Вступительные испытания в магистратуру представляют собой профильный экзамен, соответствующий выбранному направлению подготовки. Результаты испытания оцениваются по 100-балльной шкале. Экзамен проводится в письменной форме. Для подготовки ответа поступающие используют экзаменационные листы, которые хранятся в личном деле поступающего не менее одного года.

Вступительный профильный экзамен выполнен в виде теста, состоящего из трёх блоков вопросов, имеющих разный «вес». Первый блок состоит из 10 вопросов по всем пяти профильным предметам, с суммой баллов по всем предметам, равной 40. Каждый вопрос теста предполагает выбор одного правильного ответа из набора возможных ответов. Поступающий получает 4 балла за каждый правильный ответ (корректный выбор ответа).

Второй блок состоит из 4 вопросов, относящихся к любым четырём из пяти предметов. Вопросы могут относиться к заданиям следующих типов:

- выбор нескольких правильных ответов на поставленный вопрос из предложенных вариантов,
- построение матрицы соответствия определений и определяемых слов (при этом количество определений может быть не равно количеству определяемых слов),
- выбор из предложенных графических схем, тех, которые соответствуют определённому заданному условиям;
- составление корректной последовательности действий из представленных;
- письменное обозначение нумерованных элементов на графической схеме.

Ответ признаётся правильным в случае полного ответа (правильного выбора всех вариантов) на поставленный вопрос. В этом случае за каждый правильный

ответ поступающему начисляется 8 баллов. Неправильный ответ, а также выбор не всех вариантов ответа признаётся неправильным ответом и баллы не начисляются.

Третий блок представляет собой два расчётных задания с единственно правильным ответом (расчётное число, корректная электрическая схема). Ответ признаётся правильным в случае выполнения студентом всех математических действий и/или иных графических построений, приведших к правильному ответу. В случае математических действий допускается погрешность, не превышающая 10%. Правильное решение в обобщённой форме при неправильном выполнении математических вычислений не является правильным ответом. За каждый правильный ответ поступающему начисляется 8 баллов.

Продолжительность выполнения экзамена для каждого поступающего не более 3 астрономических часов. На вступительном экзамене должна быть обеспечена спокойная и доброжелательная обстановка, предоставлена возможность поступающим наиболее полно проявить уровень своих знаний и умений.

Во время проведения вступительного экзамена поступающим запрещается иметь при себе и использовать средства связи, электронно-вычислительной техники, справочную и учебную литературу.

При несоблюдении порядка проведения вступительного экзамена члены экзаменационной комиссии, проводящие вступительное испытание, вправе удалить поступающего с места проведения вступительного экзамена с составлением акта об удалении.

Вступительное испытание оформляется протоколом, в котором фиксируются номер билета поступающего и комментарии экзаменаторов, а также результат оценки сдачи экзамена с использованием 100-балльной системы. Оценка рассчитывается как арифметическая сумма баллов, набранная в ходе выполнения поступающим вступительных заданий.

Экзамен считается сданным, а абитуриент допускается к участию в конкурсе, если он набрал не менее 50 баллов по сумме всех заданий.

Все вопросы, касающиеся несогласия абитуриентов с полученными оценками, решаются Апелляционной комиссией.

Учебно-методическое и информационное обеспечение подготовки к вступительному экзамену

а) основная литература

1) Киреева Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий [Текст]: учеб. пособие для вузов по напр. 140600 «Электротехника, электромеханика и электротехнология» – М.: КноРус, 2011. – 368 с.– (83510-69) (658; К83)

- 2) Полный справочник по электрооборудованию и электротехнике (с примерами расчетов) [Текст] / Киреева, Э.А., Шерстнев, С.Н. ; под общ. ред. С.Н. Шерстнева - М.: КноРус, 2013. - 862 с. - (100572-1) (621.3;К43)
- 3) Переходные процессы в электроэнергетических системах [Текст]: учебник для вузов по специальностям «Электрические станции», «Электроснабжение» направления подгот. «Электроэнергетика» / Крючков, И.П., Старшинов, В.А., Гусев, Ю.П., Пираторов, М.В. ; под ред. И.П. Крючкова - М.: МЭИ, 2009. - 413 с. - (84470-60)
- 4) Макаров, А.Н. Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках [Текст]: учеб. пособие для вузов по напр. "Металлургия", "Теплоэнергетика и теплотехника", "Электроэнергетика и электротехника - СПб.: Лань, 2014. - 375 с. - (103143-40) (621.3; М 15)
- 5) Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии [Текст]: учеб. пособие для вузов по направлению подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» / Герасименко, А.А., Федин, В.Т. - М.: КноРус, 2014. - 645 с. - (100571-3) (621.3; Г 37) и предыдущие издания
- 6) Ополева, Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения [Текст]: справочник - М.: Форум : Инфра-М, 2010. - 479 с. - (88193-8) (621.3; О-61) и предыдущие издания
- 7) Андреев, В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения [Текст]: учебник для вузов по спец. "Электроснабжение" напр. подготовки «Электроэнергетика» - М.: Высшая школа, 2007. - 639 с. - (68050-77) и предыдущие издания
- 8) Переходные процессы в системах электроснабжения [Текст]: учебник для вузов по спец. «Электроснабжение» / В.Н. Винославский, Г.Г. Пивняк, Л.И. Несен [и др.]; под ред. В.Н. Винославского. – Киев: Вища школа, 2003. – 421 с. – (87686-1) (621.3; В 29) и предыдущие издания

б) дополнительная литература

- 1) Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение: учеб. пособие для электротехн. спец. / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. М.: РадиоСофт, 2011. – 327 с. - (84868-50) (621.3; С36)
- 2) Григорьев, В.И., Киреева, Э.А., Миронов, В.А., Чохонелидзе А.Н. Электроснабжение и электрооборудование цехов [Текст]: учеб. пособие для электротехн. спец. по напр. 654500 «Электротехника, электромеханика и электротехнология» и 650900 «Электроэнергетика» – М.: Мир: Энергоатомиздат, 2003. – 245 с.– (15420-29) (658; Э45)
- 3) Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию [Текст]: учеб. пособие для вузов - М.: Высшая школа, 2007. - 255 с. - (77525-6) (621.3; А50)
4. Электротехнический справочник: в 4 т. Т. 1 / под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. И.Н. Орлов) - М.: МЭИ, 2007. - (84797-1) (621.3; Э45)
- 4) Правила устройства электроустановок [Текст]: все действующие разд. шестого и седьмого изд. с изм. и доп. по состоянию на 1 июля 2010 года - М.: КноРус, 2010. - 487, [1] с. - (83736-30). (621.31; П68)

- 5) Рекомендации по технологическому проектированию подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ [Текст] - М.: ЭНАС, 2004. - 80 с. - (47677-10) (621.3; Р 36)
- 6) Кудинов, А.А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование [Текст]: учеб. пособие для вузов - М.: ИНФРА-М, 2012. - 324 с. - (97574-3) (621.3; К 88)
- 7) Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей [Текст] - М.: КноРус, 2012. - 280 с. - (83534-10) (621.3; П 68) и предыдущие издания.
- 8) Ульянов, С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах [Текст]: учебник для электротехн. и энергет. вузов и факультетов / С.А. Ульянов. – М.: АРИС, 2010. – 519 с. – (93451-3) (621.31; У 51)
- 9) Куликов, Ю.А. Переходные процессы в электрических системах / Ю.А. Куликов. – Новосибирск: Новосибирский гос. техн. ун-т, 2002. – 283 с. – (11059-6) (621.3; К 90)
- 10) Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования [Текст]: РД 153-34.0-20.527-98 / под ред. Б.Н. Неклепаева. – М. : НЦ ЭНАС, 2001, 2004. – 152с.
- 11) Макаров, А.Н. Законы теплообмена электрической дуги и факела в металлургических печах и энергетических установках [Электронный ресурс];[Текст]: монография / Тверской гос. техн. ун-т - Тверь: ТвГТУ, 2012. - 163 с. Сервер. - (94998-63) (621.3; М 15)
- 12) Макаров, А.Н. Электротехнологические установки [Электронный ресурс]: учебное пособие по спец. 180500 "Электротехнол. установки и системы"; в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ - Тверь: ТГТУ, 2000. - 144 с. Сервер. - (112063-1)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки магистрантов 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль – Управление электроэнергетическими системами
Кафедра электроснабжения и электротехники

ВСТУПИТЕЛЬНЫЙ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Блок 1 (выбрать один правильный ответ на каждый вопрос)

1. Одной из причин возникновения электромагнитных переходных процессов в электроэнергетической системе является
 - А) регулирование напряжения силовых трансформаторов под нагрузкой;
 - Б) возникновение местной несимметрии;
 - В) проведение оперативных переключений персоналом энергопредприятий;
 - Г) резкое увеличение электрической нагрузки энергосистемы.
2. Наиболее распространённым видом КЗ в энергосистемах при глухо заземлённой нейтрали является:
 - А) трехфазное;
 - Б) двухфазное;
 - В) однофазное;
 - Г) двухфазное на землю.
3. Напряжение на дуге складывается из:
 - А) падения напряжения на аноде, катоде и в столбе дуги;
 - Б) падения напряжения на электродах
 - В) падения напряжения на трансформаторе;
 - Г) падения напряжения в короткой сети.
4. Диапазон тока дуг руднотермической печи расположен в пределах:
 - А) 100 – 500 А;
 - Б) 1– 120 кА;
 - В) 1 – 10 кА;
 - Г) 1 – 100 А;
5. Каково назначение сетевых повышающих трансформаторов?
 - А) Уменьшение потерь мощности при передаче электроэнергии;
 - Б) Уменьшение электромагнитного излучения;
 - В) Уменьшение сопротивления ЛЭП;
 - Г) Увеличение сопротивления ЛЭП.
6. Междофазное напряжение по отношению к фазному:
 - А) Больше в $\sqrt{3}$ раз;
 - Б) Меньше в $\sqrt{3}$ раз;
 - В) Больше в $\sqrt{2}$ раз;
 - Г) Меньше в $\sqrt{2}$ раз.
7. Назначение токовой отсечки без выдержки времени.
 - А) Защита линии от всех видов КЗ: трехфазных, двухфазных, однофазных;
 - Б) Быстрое отключение всех видов КЗ в начале линии: трехфазных, двухфазных, однофазных;
 - В) Быстрое отключение наиболее тяжелых видов КЗ в начале линии;
 - Г) Защита всей линии от наиболее тяжелых видов КЗ.

8. Надпись «УАТ» на чертеже обозначает:
- А) Указательное реле;
 - Б) Реле времени;
 - В) Электромагнит отключения;
 - Г) Реле напряжения;
 - Д) Реле тока;
 - Е) Электромагнит включения;
9. Выберите правильное условное цифровое обозначение для следующей характеристики области применения схемы: «Для двухтрансформаторных подстанций, питаемых по двум воздушным линиям, при необходимости секционирования транзитной воздушной линии»:
- А) 4Н;
 - Б) 5АН;
 - В) 7;
 - Г) 9.
- 10) Что обозначает маркировка разъединителя «QSG»?
- А) При разъединении необходимо заземлить ножи;
 - Б) Разъединитель заземления;
 - В) Разъединитель высокого напряжения;
 - Г) Взрывоопасность разъединителя;
 - Д) При разъединении происходит заземление ножей.

Блок 2

1. Для случая двухфазного (или однофазного, или двухфазного на землю) КЗ выбрать дополнительное сопротивление $\Delta x^{(n)}$

- А) $\Delta x^{(n)} = x_{2\Sigma}$;
- Б) $\Delta x^{(n)} = x_{2\Sigma} + x_{0\Sigma}$;
- В) $\Delta x^{(n)} = (x_{2\Sigma} \cdot x_{2\Sigma}) / (x_{2\Sigma} + x_{2\Sigma})$.

и значение коэффициента $m^{(n)}$

А) $m^{(n)} = \sqrt{3} \cdot \sqrt{1 - \frac{x_{2\Sigma} \cdot x_{0\Sigma}}{x_{2\Sigma} + x_{0\Sigma}}}$;

Б) $m^{(n)} = \sqrt{3}$;

В) $m^{(n)} = 3$.

2. Источник питания установок электроэрозионной обработки металлов это:

- А) трансформатор;
- Б) импульсный генератор;
- В) электромашинный генератор;
- Г) высокочастотный импульсный генератор

3. Составить алгоритм расчёта активной нагрузки P_m второго уровня группы электроприёмников (ЭП) методом упорядоченных диаграмм.

- А) Определить справочные коэффициенты – K_i - для каждого ЭП;
- Б) Определить K_m ;
- В) Рассчитать n_{Σ} ;
- Г) Рассчитать K_i для группы ЭП;
- Д) Рассчитать P_m ;
- Е) Рассчитать Q_m ;
- Ж) Рассчитать P_{cm} для каждого ЭП и для всей группы;
- З) Определить $\text{tg } \phi_{cm}$;
- И) Составить схему электрической сети для группы ЭП.

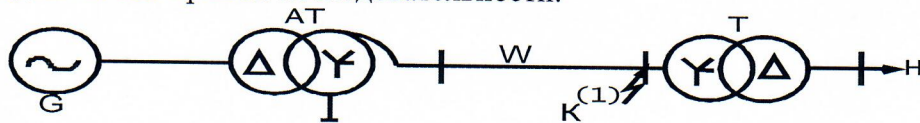
4. Укажите соответствие обозначений реле и типов реле.

- | | |
|-------|-----------------------|
| А) КТ | И) Указательное реле |
| Б) КА | К) Реле мощности |
| В) КН | Л) Реле времени |
| Г) КЛ | М) Реле тока |
| Д) КВ | Н) Промежуточное реле |

Блок 3

Задача 1.

В точке $K^{(1)}$ произошло однофазное короткое замыкание на землю. Требуется: выбрать базисную мощность и базисное напряжение для расчетов тока короткого замыкания в относительных единицах; привести к базисным условиям сопротивления всех элементов электрической цепи, построить необходимые для расчета токов короткого замыкания схемы замещения, определить ток прямой последовательности.



Данные для расчёта:

G – турбогенератор. 117 МВА; 10,5 кВ; $X_d'' = 0.24 \approx X_2$;

АТ – автотрансформатор 90 МВА; 230/115/10,5 кВ; $U_{BC} = 12.75\%$; $U_{BH} = 11.8\%$; $U_{CH} = 21\%$

Данные остальных элементов схемы приведены в таблице

Трансформатор, Т			Воздушная линия			Нагрузка Н	
S, МВА	U_B/U_H , кВ	U_K , %	l, км	X_1 , Ом/км	X_0 , Ом/км	U_H , кВ	S, МВА
106	233/10,5	10,5	120	0,4	1,3	10	50

Задача 2.

Рассчитать активную и полную мощность, тепловые и электрические потери дуговой сталеплавильной печи. Начальная температура металла 20°C, средняя теплоемкость стали 590 Дж/кг·°C, скрытая теплота плавления 282 кДж/кг. Другие исходные данные приведены в таблице:

G_M	t_{MK}	η_m	η_z	$\cos\varphi$	$\cos\varphi_z$	τ
40	1640	0,8	0,85	0,82	1,0	2,5

Вопросы первого блока оцениваются однозначно 0 или 4 балла в зависимости от правильности ответа, записанного в бланк.

Вопросы второго блока оцениваются в зависимости от полноты ответа:

0 баллов – неверный или неполный (менее 50% правильных соответствий) ответ;

4 балла – неполный (от 50 до 85% правильно построенных соответствий) ответ;

8 баллов – дан полностью правильный ответ.

Задачи третьего блока оцениваются в зависимости от полноты ответа и (или) решения:

0 баллов – неверный или неполный (менее 50% решения или задача решена в общем виде) ответ;

5 баллов – неполный (50-75%) ответ;

10 баллов – при наличии в решении несущественных математических погрешностей;

14 баллов – дан полный развернутый ответ с корректными расчётами.

Заведующий кафедрой ЭСиЭ,
д.т.н, профессор

 А.Н. Макаров