

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «БрГУ»)

ПРОГРАММА

вступительных испытаний

по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Наименование вступительного испытания: **Электроэнергетика**

Научная специальность **2.4.3 Электроэнергетика**

Составлена:

зав.кафедрой энергетики, доцент, к.т.н.

Булатов Ю.Н.

Братск, 2025

Программа рассмотрена на заседании кафедры энергетики от «21» января 2025 г.,
протокол №06.

Зав. кафедрой энергетики

Булатов Ю.Н.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения	4
2	Программа вступительного экзамена.....	5
3	Экзаменационные вопросы	10
4	Рекомендуемая литература	14
5	Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «интернет» необходимых для подготовки к экзамену	17
	Приложение. Шкала оценивания результатов вступительных испытаний по программе подготовки кадров высшей квалификации	19

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа вступительного испытания при приеме на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре формируются на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

Расписание вступительных испытаний с указанием мест их проведения доводится до сведения поступающих путем размещения информации на официальном сайте ФГБОУ ВО «БрГУ» не позднее чем за 14 календарных дней до их начала.

Вступительное испытание проводится:

- очно с использованием дистанционных технологий при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний в соответствии с Положением об экзаменационной комиссии.

Вступительное испытание проводится на русском языке.

В случае очного проведения вступительного испытания:

- вступительное испытание проходит следующим образом: каждый допущенный к вступительному испытанию тянет билет с вопросами, готовится к ответу на вопросы письменно на экзаменационных листах, отвечает устно членам экзаменационной комиссии (при необходимости). Продолжительность письменного вступительного испытания – 90 минут.

Каждый билет содержит по 3 вопроса (два вопроса включают экзаменационные вопросы по разделам, третий вопрос носит характер вопроса-беседы по будущей теме диссертационного исследования). Проверку и оценивание ответов проводит каждый член экзаменационной комиссии по научной специальности аспирантуры в отдельности. Качество ответа на вопрос оценивается весовым коэффициентом. Для определения баллов за каждое задание максимальный балл за это задание умножается на выставленный весовой коэффициент. Максимальная оценка первого и второго вопроса – 25 баллов (Приложение). Максимальная оценка третьего вопроса – 50 баллов.

Экзаменационная комиссия вправе задать дополнительный вопрос (вопросы), в случае сомнения при оценивании поступающего.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания равно 45 (сорок пять). Минимальное количество баллов не может быть изменено в ходе приема.

Результаты вступительного испытания объявляются на официальном сайте не позднее третьего рабочего дня после проведения вступительного испытания.

После объявления результатов письменного вступительного испытания поступающий (доверенное лицо) имеет право ознакомиться со своей работой (с работой поступающего) в день объявления результатов письменного вступительного испытания или в течение следующего рабочего дня.

Поступающий однократно сдает каждое вступительное испытание.

2. ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

2.1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

2.1.1 Элементы электрических сетей и их параметры

Электроэнергетическая система (ЭЭС) и входящие в неё элементы. Рост номинальных напряжений и объединение энергосистем. Создание ЕЭС России. Техничко-экономические преимущества объединённых энергосистем. Классификация электрических сетей по номинальному напряжению, назначению, исполнению и конфигурации. Режимы работы нейтрали электрических сетей.

Расчётные схемы замещения линий. Активное и индуктивное сопротивления ЛЭП. Активная и ёмкостная проводимости ЛЭП. Корона. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов. Использование паспортных данных для определения параметров схем замещения трансформаторов. Составление расчётных схем электрических сетей.

2.1.2. Расчёт режимов участка сети

Общие сведения об электрическом расчёте режимов. Потери мощности в линиях электропередачи. Методы определения потерь энергии в ЛЭП: метод графического интегрирования, метод среднеквадратичного тока, метод времени потерь. Потери мощности и энергии в трансформаторах. Организационные и технические мероприятия по снижению потерь энергии.

Векторная диаграмма напряжений высоковольтной ЛЭП. Падение и потеря напряжения. Расчёт напряжений в линии при заданной мощности нагрузки.

Особенности режимов линий электропередачи большой длины. Основные понятия и уравнения. Физическая сущность волновой длины и волнового сопротивления. Натуральная мощность линии электропередачи. Физические процессы в линии при изменении напряжения и тока в длинных линиях.

2.1.3. Расчёт режимов работы электрических сетей сложной конфигурации

Расчёт сети с несколькими последовательными участками. Определение мощностей на участках кольцевой сети. Расчёт сети с двухсторонним питанием при различных напряжениях питающих пунктов. Уравнительные токи и мощности. Расчёт сложно замкнутых сетей по методам преобразования схем, контурных уравнений и узловых напряжений.

2.1.4. Качество электрической энергии и его обеспечение в электрической системе

Качество электроэнергии (КЭ) в отечественных электрических сетях. Основные показатели качества электрической энергии (ПКЭ). Категории потребителей и требования по надёжности их электроснабжения. Причины появления высших гармоник, их влияние на работу электроприемников. Пути улучшения формы кривой напряжения, средства компенсации гармоник. Несимметрия напряжений и токов, причины ее возникновения и влияние на условия работы электрооборудования. Допустимые значения несимметрии. Способы снижения несимметрии. Отклонения и колебания напряжения в сетях и причины их возникновения. Влияние параметров сети на КЭ. Мероприятия по снижению колебаний напряжения в электрических сетях. Встречное регулирование напряжения.

Регулирование напряжения на районной подстанции: трансформаторы с ПБВ, трансформаторы с РПН, линейные регуляторы, автотрансформаторы. Продольная ёмкостная

компенсация линии. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности. Использование синхронных компенсаторов и батарей статических конденсаторов.

2.1.5. Проектирование электрических сетей

Выбор конструкции и сечения проводов электрической сети. Метод экономических интервалов. Экономическая плотность тока. Выбор сечений линий по нагреву. Выбор сечений проводов и кабелей с учетом характеристик защитных аппаратов.

Приведенные затраты на строительство и эксплуатацию электрических сетей. Капвложения и их оценка. Годовые эксплуатационные издержки. Стоимость потерь электроэнергии. Определение ущерба от перерыва электроснабжения потребителей. Технико-экономическое сравнение вариантов развития электрической сети.

Выбор оптимальной мощности трансформаторов. Определение экономически выгодного числа параллельно работающих трансформаторов на многотрансформаторных подстанциях.

Выбор регулировочных ответвлений на силовых трансформаторах с ПБВ и РПН. Особенности выбора рабочих ответвлений на автотрансформаторах.

Электрический расчет основных режимов. Приведение нагрузок к высшему напряжению и составлению расчетной схемы. Определение потоков мощности с учетом потерь мощности на участках сети.

2.1.6. Режим работы электроэнергетических систем и управление ими

Графики нагрузок энергосистем и условия их покрытия. Экономичное распределение нагрузок между электростанциями различного типа. Расходные характеристики агрегатов и станций.

Баланс активной мощности в энергосистеме и связь его с частотой. Регулирование частоты и активной мощности. Требования ГОСТа к отклонениям и колебаниям частоты. Частотные статические характеристики электроприемников и турбин. Автоматическая частотная нагрузка в системе.

Резервы активной мощности энергосистем. Виды резервов и способы оценки их необходимой величины. Автоматическое включение резерва. Управление напряжением и реактивной мощностью в системе. Баланс по реактивной мощности и связь его с напряжением. Статические характеристики нагрузки и регуляторов АРВ. Состояния и режимы схем электрических соединений с позиций надежности.

Пропускная способность линий электропередачи и мероприятия по ее увеличению. Предел передаваемой мощности по условию устойчивости.

Надежность сложных энергосистем как комплексное свойство: безотказность, режимная управляемость, устойчивоспособность, живучесть и безопасность. Исходные понятия и категории теории надежности.

Основные виды противоаварийной автоматики.

2.2. АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ЗАДАЧ ЭНЕРГЕТИКИ

Основные понятия линейного программирования (ЛП) и примеры его применения в задачах энергетики. Математическая формулировка задачи ЛП. Графический метод решения двумерной задачи. Понятие о нелинейном программировании.

2.3. МОДЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ЭЭС

Большие системы энергетики (БСЭ) и их свойства. Энергосистема как большая кибернетическая система. Перечень и характеристика основных задач оптимизации развития и функционирования энергосистем.

Постановка задачи оптимизации структуры генерирующих мощностей как задачи ЛП. Построение целевой функции и ограничений. Задачи оптимизации сети как транспортная задача. Проблема многоцелевой оптимизации.

Система управления и ее элементы. Классификация систем управления. АСУ и САУ.

2.5. ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

2.5.1. Электромагнитные переходные процессы

Трехфазное короткое замыкание в неразветвленной цепи, подключенной к источнику синусоидального напряжения. Измерение во времени тока и его составляющих. Ударный ток короткого замыкания и условия его возникновения.

Дифференциальные уравнения переходного процесса синхронной машины в фазных координатах. Обобщенный вектор трехфазной системы. Переход от фазных величин к их составляющим в декартовых координатах. Уравнения Парка-Горева.

Расчет тока в момент нарушения режима. Переходная ЭДС и переходное сопротивление. Сверхпереходная ЭДС и сверхпереходное сопротивление. Схемы замещения синхронной машины в продольной и поперечной осях.

Составление схем прямой, обратной и нулевой последовательности. Распределение и трансформация токов и напряжений отдельных последовательностей. Векторные диаграммы токов и напряжений.

Расчетные выражения для составляющих токов и напряжений вместе короткого замыкания.

Правило эквивалентности прямой последовательности. Комплексные схемы замещения.

Применение практических методов для расчета несимметричных коротких замыканий.

Определение составляющих и полных значений токов и напряжений в месте продольной несимметрии. Комплексные схемы замещения при одной или двух фаз.

Сложные виды повреждений в системе. Двойное замыкание на землю. Однофазное короткое замыкание с одновременным обрывом той же фазы.

2.5.2. Электромеханические переходные процессы

Схемы замещения основных силовых элементов электрической сети. Основные характеристики режимов электрической системы.

Определение областей статической устойчивости в пространстве режимных параметров системы и настроечных параметров АРВ. Прямой критерий статической устойчивости.

Мероприятия по улучшению статической устойчивости электрических систем.

Понятие динамической устойчивости и основные критерии. Метод последовательных интервалов. Способ площадей при исследовании устойчивости двух станций.

2.6. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Синхронные генераторы. Характеристики и основные типы. Системы возбуждения синхронных генераторов, АРВ, АГП. Управление возбуждением генераторов при больших возмущениях в электрической системе. Пуск синхронных генераторов. Форсировка возбуждения, кратность форсировки. Параллельная работа синхронных генераторов, условия параллельной работы.

Синхронные компенсаторы. Характеристики и основные типы. Режимы работы синхронных компенсаторов в различных точках энергетической системы. Работа синхронных генераторов в режиме синхронного компенсатора.

Трансформаторы и автотрансформаторы в энергетической системе. Тепловой режим и способы охлаждения. Допустимые условия перегрузки в нормальном и аварийном режимах.

Параллельная работа трансформаторов и автотрансформаторов. Условия параллельной работы. Экономически выгодный режим работы трансформаторов.

Преимущества автотрансформаторов перед трансформаторами при работе в электрической сети.

2.7. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ПОДСТАНЦИИ

Особенности технологических процессов производства электрической энергии на электростанциях разных типов (ТЭС, ГЭС, АЭС, ГАЭС, ДЭС). Нетрадиционные источники электрической энергии.

Основные типы выключателей, их принцип действия, требования к выключателям, область применения масляных, воздушных, элегазовых, электромагнитных, вакуумных. Отключающая способность выключателей. Условия выбора. Приводы выключателей.

Отключение цепей постоянного тока. Особенности выполнения выключателей постоянного тока.

Выключатели нагрузки: назначение, конструкция. Область применения.

Разъединители. Назначение. Условия выбора. Типы. Отделители (ОД) и короткозамыкатели (КЗ) на подстанциях разных систем. Работа блока ОД и КЗ в нормальных эксплуатационных условиях и при повреждениях трансформатора или автотрансформатора.

Плавкие предохранители: их устройство, принцип действия, типы. Выбор предохранителей.

Реакторы в схемах электроснабжения. Типы. Групповые реакторы обычные и сдвоенные, потери напряжения в них. Выбор реакторов. Места установки реакторов в схемах станций и подстанций.

Шины. Назначение шин. Шины жесткие и гибкие. Выбор шин. Трансформаторы тока и трансформаторы напряжения. Назначение. Типы. Погрешности трансформаторов тока и напряжения.

Классификация схем и требования к главным схемам электрических соединений станций и подстанций.

Схемы электрических соединений станций с одинарной секционной системой шин, с секционированной и резервной системой шин. Схемы электрических соединений повышающих подстанций упрощенного исполнения; схемы мостиков на отделителях и короткозамыкателях, мостиковые схемы с выключателями. Схемы распределительных устройств 35-220 кВ; «полуторная схема»; схемы «многоугольников».

2.8. ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

Самостоятельный и несамостоятельный разряды. Влияние конфигурации электрического поля на процесс разряда. Особенности разряда в длинных воздушных промежутках и грозового разряда.

Типы и конструктивные особенности изоляторов. Разряд по поверхности изоляторов. Профилактика изоляции. Основные параметры молнии. Молниезащита ВЛ и подстанций. Способы ограничения атмосферных перенапряжений.

Виды внутренних перенапряжений и физические процессы при их протекании. Ограничения коммутационных перенапряжений. Разрядники. Координация изоляции.

Трансформаторы, кабели высокого напряжения, выключатели ввода высокого напряжения, силовые конденсаторы, электрические машины высокого напряжения.

2.9. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Защита радиальных и магистральных линий при одностороннем питании. Максимальная токовая защита со ступенчатыми выдержками времени. Защита линий, питаемых с двух сторон, и кольцевых линий с одним источником питания. Максимальная токовая направленная защита со встречно-ступенчатыми выдержками времени. Дистанционная защита. Спротивление, измеряемое дистанционным реле, характеристики срабатывания,

направленность действия. Продольная дифференциальная защита линий. Высокочастотные защиты от токов небаланса. Защита генераторов от нормальных режимов и повреждений. Схемы дифференциальной защиты генератора с промежуточным насыщающимся трансформатором. Защита двухобмоточных, трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов. Особенности дифференциальной защиты трансформаторов, способы отстройки от броска намагничивающего тока. Реле с тормозной характеристикой. Дифференциальная защита шин, выбор тока срабатывания. Автоматическое управление и регулирование производством, передачей и распределением электрической энергии. Автоматическое повторное включение несинхронное, быстродействующее, с ожиданием синхронизма. Согласование действия релейной защиты с АПВ. Микропроцессорные системы релейной защиты. Надежность функционирования релейной защиты. Автоматическое включение резервной линии, трансформатора и выключателя. Назначение автоматического регулирования возбуждения генераторов. Астатическое и статическое регулирование.

2.10. ВНУТРЕННИЕ СЕТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ (ВСПП)

Внутренние сети как подсистема энергетической и технологической системы. Основные задачи ВСПП в соответствии с планом развития народного хозяйства.

Требования к технико-экологическим расчетам сетей, рекомендуемые методики учета приведенных затрат.

Классификация и характеристики электроприемников по электроэнергетическим показателям, по режиму работы, по требованию к бесперебойности электроснабжения, по технологической принадлежности.

Показатели, характеризующие режимы работы электроприемников. Средние нагрузки. Расчетные нагрузки. Основные методы определения расчетных нагрузок.

Принципы построения сетей промышленных предприятий. Картограмма электрических нагрузок. Центр электрических нагрузок. Выбор мощности, напряжений, оптимальной топологии сети.

Компенсация реактивной мощности. Выбор типа, мощности, места установки и режима работы компенсирующих устройств.

2.11. ОХРАНА ТРУДА

Производственный травматизм и его причины. Травма. Несчастный случай. Причины несчастных случаев. Порядок расследования несчастных случаев на производстве. Разработка мероприятий по устранению причин несчастных случаев.

Защитное заземление в электроустановках. Область применения. Устройство заземления. Нормирование параметров защитного заземления. Контроль заземления.

Зануление. Устройство зануления и требования к нему. Выбор сечения нулевого проводника и защитного автомата. Оформление наряда для работы в электроустановках. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.

Установки пожаротушения и пожарной сигнализации. Особенности тушения пожаров в электроустановках.

2.12. ЭКОНОМИКА ЭНЕРГЕТИКИ

Состояние и структура современной энергетической базы страны и основные направления ее развития. Производственные фонды и экономика их использования. Особенности формирования себестоимости продукции в энергетике. Особенности калькуляции себестоимости на ТЭЦ и предприятиях тепловых сетей. Себестоимость при передаче и

распределении электроэнергии. Полная себестоимость продукции в энергетике. Особенности ценообразования экономической эффективности новой техники, реконструкции и модернизации энергопроизводства.

3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

- 3.1. Электроэнергетическая система и входящие в нее элементы.
- 3.2. Техничко-экономические преимущества объединенных энергосистем.
- 3.3. Классификация электрических сетей по номинальному напряжению, назначению, исполнению и конфигурации.
- 3.4. Режимы работы нейтрали электрических сетей.
- 3.5. Расчетные схемы замещения линий и их параметры.
- 3.6. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов.
- 3.7. Потери мощности в линиях электропередачи.
- 3.8. Методы определения потерь энергии в ЛЭП: метод графического интегрирования, метод среднеквадратичного тока, метод времени потерь.
- 3.9. Потери мощности и энергии в трансформаторах.
- 3.10. Организационные и технические мероприятия по снижению потерь энергии.
- 3.11. Векторная диаграмма напряжений высоковольтной ЛЭП.
- 3.12. Падение и потеря напряжения.
- 3.13. Расчет напряжений в линии при заданной мощности нагрузки.
- 3.14. Особенности режимов линий электропередачи большой длины. Основные понятия и уравнения. Физическая сущность волновой длины и волнового сопротивления. Натуральная мощность линии электропередачи. Физические процессы в линии при изменении напряжения и тока в длинных линиях.
- 3.15. Расчет сети с несколькими последовательными участками.
- 3.16. Определение мощностей на участках кольцевой сети.
- 3.17. Расчет сети с двухсторонним питанием при различных напряжениях питающих пунктов. Уравнительные токи и мощности.
- 3.18. Расчет сложноразветвленных сетей по методам преобразования схем, контурных уравнений и узловых напряжений.
- 3.19. Основные показатели качества электрической энергии (ПКЭ).
- 3.20. Категории потребителей и требования по надежности их электроснабжения.
- 3.21. Причины появления высших гармоник, их влияние на работу электроприемников. Пути улучшения формы кривой напряжения, средства компенсации гармоник.
- 3.22. Несимметрия напряжений и токов, причины ее возникновения и влияние на условия работы электрооборудования. Допустимые значения несимметрии. Способы снижения несимметрии.
- 3.23. Отклонения и колебания напряжения в сетях. Причины их возникновения.
- 3.24. Влияние параметров сети на качество электрической энергии.
- 3.25. Мероприятия по снижению колебаний напряжения в электрических сетях.
- 3.26. Встречное регулирование напряжения. Регулирование напряжения на районной подстанции: трансформаторы с ПБВ, трансформаторы с РПН, линейные регуляторы, автотрансформаторы. Продольная емкостная компенсация линии. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности. Использование синхронных компенсаторов и батарей статических конденсаторов.
- 3.27. Выбор конструкции и сечения проводов электрической сети. Метод экономических интервалов. Экономическая плотность тока. Выбор сечений линий по нагреву. Выбор сечений проводов и кабелей с учетом характеристик защитных аппаратов.
- 3.28. Приведенные затраты на строительство и эксплуатацию электрических сетей. Капвложения и их оценка. Годовые эксплуатационные издержки. Стоимость потерь

- электроэнергии. Определение ущерба от перерыва электроснабжения потребителей. Техничко-экономическое сравнение вариантов развития электрической сети.
- 3.29. Выбор оптимальной мощности трансформаторов. Определение экономически выгодного числа параллельно работающих трансформаторов на многотрансформаторных подстанциях.
- 3.30. Выбор регулировочных ответвлений на силовых трансформаторах с ПБВ и РПН. Особенности выбора рабочих ответвлений на автотрансформаторах.
- 3.31. Электрический расчет основных режимов. Приведение нагрузок к высшему напряжению и составлению расчетной схемы. Определение потоков мощности с учетом потерь мощности на участках сети.
- 3.32. Графики нагрузок энергосистем и условия их покрытия. Экономичное распределение нагрузок между электростанциями различного типа. Расходные характеристики агрегатов и станций.
- 3.33. Баланс активной мощности в энергосистеме и связь его с частотой.
- 3.34. Регулирование частоты и активной мощности. Требования ГОСТа к отклонениям и колебаниям частоты. Частотные статические характеристики электроприемников и турбин. Автоматическая частотная разгрузка в системе.
- 3.35. Резервы активной мощности энергосистем. Виды резервов и способы оценки их необходимой величины. Автоматическое включение резерва.
- 3.36. Управление напряжением и реактивной мощностью в системе. Баланс по реактивной мощности и связь его с напряжением.
- 3.37. Статические характеристики нагрузки и регуляторов АРВ.
- 3.38. Состояния и режимы схем электрических соединений с позиций надежности. Оценка надежности режима работы систем электроснабжения промышленных предприятий.
- 3.39. Пропускная способность линий электропередачи и мероприятия по ее увеличению.
- 3.40. Предел передаваемой мощности по условию устойчивости.
- 3.41. Надежность сложных энергосистем как комплексное свойство: безотказность, режимная управляемость, устойчивоспособность, живучесть и безопасность. Исходные понятия и категории теории надежности.
- 3.42. Основные виды противоаварийной автоматики.
- 3.43. Методология системного подхода. Большие системы энергетики (БСЭ) и их свойства. Энергосистема как большая кибернетическая система. Перечень и характеристика основных задач оптимизации развития и функционирования энергосистем.
- 3.44. Одноцелевая оптимизация в условиях определенности. Проблема многоцелевой оптимизации.
- 3.45. Иерархия задач развития электроэнергетических систем. Особенности проектирования развития ЭЭС. Модель динамического программирования для размещения и выбор электрических станций.
- 3.49. Система управления и ее элементы. Классификация систем управления. АСУ и САУ.
- 3.50. Трехфазное короткое замыкание в неразветвленной цепи, подключенной к источнику синусоидального напряжения. Измерение во времени тока и его составляющих. Ударный ток короткого замыкания и условия его возникновения.
- 3.51. Дифференциальные уравнения переходного процесса синхронной машины в фазных координатах. Обобщенный вектор трехфазной системы. Переход от фазных величин к их составляющим в декартовых координатах. Уравнения Парка-Горева.
- 3.52. Расчет тока в момент нарушения режима. Переходная ЭДС и переходное сопротивление. Сверхпереходная ЭДС и сверхпереходное сопротивление. Схемы замещения синхронной машины в продольной и поперечной осях.
- 3.53. Составление схем прямой, обратной и нулевой последовательности. Распределение и трансформация токов и напряжений отдельных последовательностей. Векторные диаграммы токов и напряжений.

- 3.54. Расчетные выражения для составляющих токов и напряжений в месте короткого замыкания. Правило эквивалентности прямой последовательности. Комплексные схемы замещения. Применение практических методов для расчета несимметричных коротких замыканий.
- 3.55. Определение составляющих и полных значений токов и напряжений в месте продольной несимметрии. Комплексные схемы замещения при одной или двух фаз.
- 3.56. Сложные виды повреждений в системе. Двойное замыкание на землю. Однофазное короткое замыкание с одновременным обрывом той же фазы.
- 3.57. Схемы замещения основных силовых элементов электрической сети.
- 3.58. Основные характеристики режимов электрической системы.
- 3.59. Определение областей статической устойчивости в пространстве режимных параметров системы и настроечных параметров АРВ. Прямой критерий статической устойчивости. Мероприятия по улучшению статической устойчивости электрических систем.
- 3.60. Понятие динамической устойчивости и основные критерии. Метод последовательных интервалов. Способ площадей при исследовании устойчивости двух станций.
- 3.61. Синхронные генераторы (СГ). Характеристики и основные типы. Системы возбуждения синхронных генераторов, АРВ, АГП, АРВ синхронного генератора на линию передачи. Управление возбуждением генераторов при больших возмущениях в электрической системе. Пуск синхронных генераторов. Форсировка возбуждения, кратность форсировки. параллельная работа СГ, условия параллельной работы.
- 3.62. Синхронные компенсаторы. Характеристики и основные типы. Режимы работы СК в различных точках энергетической системы. Работа синхронных генераторов в режиме синхронного компенсатора.
- 3.63. Трансформаторы и автотрансформаторы в энергетической системе. Тепловой режим и способы охлаждения. Допустимые условия перегрузки в нормальном и аварийном режимах. Параллельная работа трансформаторов и автотрансформаторов. Условия параллельной работы. Экономически выгодный режим работы трансформаторов.
- 3.64. Преимущества автотрансформаторов перед трансформаторами при работе в электрической сети.
- 3.65. Особенности технологических процессов производства электрической энергии на электростанциях разных типов (ТЭС, ГЭС, АЭС, ГАЭС, ДЭС). Нетрадиционные источники электрической энергии.
- 3.66. Основные типы выключателей, их принцип действия, требования к выключателям, область применения масляных, воздушных, элегазовых, электромагнитных, вакуумных. Отключающая способность выключателей. Условия выбора. Приводы выключателей.
- 3.67. Отключение цепей постоянного тока. Особенности выполнения выключателей постоянного тока.
- 3.68. Выключатели нагрузки: назначение, конструкция. Область применения.
- 3.69. Разъединители. Назначение. Условия выбора. Типы.
- 3.70. Отделители (ОД) и короткозамыкатели (КЗ) на подстанциях разных систем. Работа блока ОД и КЗ в нормальных эксплуатационных условиях и при повреждениях трансформатора или автотрансформатора.
- 3.71. Плавкие предохранители: их устройство, принцип действия, типы. Выбор предохранителей.
- 3.72. Реакторы в схемах электроснабжения. Типы. Групповые реакторы обычные и сдвоенные, потери напряжения в них. Выбор реакторов. Места установки реакторов в схемах станций и подстанций.
- 3.73. Шины. Назначение шин. Шины жесткие и гибкие. Выбор шин.
- 3.74. Трансформаторы тока и трансформаторы напряжения. Назначение. Типы. Погрешности трансформаторов тока и напряжения.
- 3.75. Классификация схем и требования к главным схемам электрических соединений станций и подстанций.

- 3.76. Схемы электрических соединений станций с одинарной секционной системой шин, с секционированной и резервной системой шин.
- 3.77. Схемы электрических соединений повышающих подстанций упрощенного исполнения; схемы мостиков на отделителях и короткозамкательях, мостиковые схемы с выключателями.
- 3.78. Схемы распределительных устройств 35-220 кВ; «полуплоторная схема»; схемы «многоугольников».
- 3.79. Самостоятельный и несамостоятельный разряды. Влияние конфигурации электрического поля на процесс разряда. Особенности разряда в длинных воздушных промежутках и грозового разряда.
- 3.80. Типы и конструктивные особенности изоляторов. Разряд по поверхности изоляторов. Профилактика изоляции.
- 3.81. Основные параметры молнии. Молниезащита ВЛ и подстанций. Способы ограничения атмосферных перенапряжений.
- 3.82. Виды внутренних перенапряжений и физические процессы при их протекании. Ограничения коммутационных перенапряжений. Разрядники. Координация изоляции.
- 3.83. Электрооборудование подстанций: трансформаторы, кабели высокого напряжения, выключатели вводов высокого напряжения, силовые конденсаторы, электрические машины высокого напряжения. Требования к их эксплуатационным характеристикам.
- 3.84. Защита радиальных и магистральных линий при одностороннем питании. Максимальная токовая защита со ступенчатыми выдержками времени.
- 3.85. Защита линий, питаемых с двух сторон, и кольцевых линий с одним источником питания.
- 3.86. Максимальная токовая направленная защита со встречно-ступенчатыми выдержками времени.
- 3.87. Дистанционная защита. Сопротивление, измеряемое дистанционным реле, характеристики срабатывания, направленность действия.
- 3.88. Продольная дифференциальная защита линий. Высокочастотные защиты от токов небаланса.
- 3.89. Защита генераторов от нормальных режимов и повреждений.
- 3.90. Схемы дифференциальной защиты генератора с промежуточным насыщающимся трансформатором.
- 3.91. Защита двухобмоточных, трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов. Особенности дифференциальной защиты трансформаторов, способы отстройки от броска намагничивающего тока.
- 3.92. Дифференциальная защита шин, выбор тока срабатывания.
- 3.93. Автоматическое управление и регулирование производством, передачей и распределением электрической энергии.
- 3.94. Автоматическое повторное включение несинхронное, быстродействующее, с ожиданием синхронизма. Согласование действия релейной защиты с АПВ.
- 3.95. Микропроцессорные системы релейной защиты. Надежность функционирования релейной защиты.
- 3.96. Автоматическое включение резервной линии, трансформатора и выключателя.
- 3.97. Назначение автоматического регулирования возбуждения генераторов. Астатическое и статическое регулирование.
- 3.98. Внутренние сети промышленных предприятий (ВСПП) как подсистема энергетической и технологической системы. Основные задачи ВСПП в соответствии с планом развития народного хозяйства.
- 3.99. Требования к технико-экологическим расчетам сетей, рекомендуемые методики учета приведенных затрат.
- 3.100. Классификация и характеристики электроприемников по электроэнергетическим показателям по режиму работы, по требованию к бесперебойности электроснабжения, по технологической принадлежности.

- 3.101. Показатели, характеризующие режимы работы электроприемников. Средние нагрузки. Расчетные нагрузки. Основные методы определения расчетных нагрузок.
- 3.102. Принципы построения сетей промышленных предприятий. Картограмма электрических нагрузок. Центр электрических нагрузок. Выбор мощности, напряжений, оптимальной топологии сети.
- 3.103. Компенсация реактивной мощности. Выбор типа, мощности, места установки и режима работы компенсирующих устройств.
- 3.104. Производственный травматизм и его причины. Травма. Несчастный случай. Причины несчастных случаев. Порядок расследования несчастных случаев на производстве. Разработка мероприятий по устранению причин несчастных случаев.
- 3.105. Защитное заземление в электроустановках. Область применения. Устройство заземления. Нормирование параметров защитного заземления. Контроль заземления.
- 3.106. Зануление. Устройство зануления и требования к нему. Выбор сечения нулевого проводника и защитного автомата.
- 3.107. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ в электроустановках.
- 3.108. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.
- 3.109. Установки пожаротушения и пожарной сигнализации. Особенности тушения пожаров в электроустановках.
- 3.110. Состояние и структура современной энергетической базы страны и основные направления ее развития.
- 3.111. Производственные фонды и экономика их использования.
- 3.112. Особенности формирования себестоимости продукции в энергетике. Особенности калькуляции себестоимости на ТЭЦ и предприятиях тепловых сетей. Себестоимость при передаче и распределении электроэнергии. Полная себестоимость продукции в энергетике.
- 3.113. Особенности ценообразования экономической эффективности новой техники, реконструкции и модернизации энергопроизводства.

4. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 4.1. Курбацкий В.Г., Попик В.А. Автоматика электроэнергетических систем: Учебное пособие - Братск: БрГТУ, 2004. - 188 с.
- 4.2. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для вузов - Москва: Высшая школа, 2006. - 639 с.
- 4.3. Попик В.А., Булатов Ю.Н. Релейная защита и автоматика: учебное пособие - Братск: БрГУ, 2014. - 278 с.
- 4.4. Игнатьев И.В., Булатов Ю.Н. Модели и методы настройки систем регулирования возбуждения генераторов на основе экспериментальных данных: учебное пособие - Братск: БрГУ, 2016. - 278 с.
- 4.5. Грешилов А.А. Прикладные задачи математического программирования: Учеб. пособие для вузов - Москва: Логос, 2006. - 288 с.
- 4.6. Курбацкий В.Г., Родина С.И. Методы и модели оптимизации развития электроэнергетических систем: Учебное пособие - Братск: БрГТУ, 2003. - 108 с.
- 4.7. Дойников А.Н., Сальникова М.К. Математические модели и методы: Учебное пособие - Братск: БрГУ, 2006. - 99 с.
- 4.8. Булатов Ю.Н. Математическое и компьютерное моделирование в расчетах и исследованиях режимов электрических систем: учебное пособие - Братск: БрГУ, 2016. - 207 с.
- 4.9. Сибикин Ю. Д., Сибикин М. Ю. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок: учебное пособие - Москва|Берлин: Директ-Медиа, 2020. - 464 с.
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575057>

- 4.10. Правила устройства электроустановок: нормативный документ - Санкт-Петербург: Деан, 2001. - 926 с.
- 4.11. Емцев А.Н., Фадеев В.А. Аппараты и схемы электрической части станций и подстанций: учебное пособие - Братск: БрГУ, 2014. - 254 с.
- 4.12. Полуянович Н.К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий: учебное пособие - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 400 с.
- 4.13. Емцев А.Н., Васильева С.А. Монтаж и эксплуатация кабельных линий: Учебное пособие - Братск: БрГУ, 2008. - 110 с.
- 4.14. Аполлонский С.М., Куклев Ю.В. Надежность и эффективность электрических аппаратов: Учебное пособие - Санкт-Петербург: Лань, 2011. - 448 с.
- 4.15. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электрические станции: Учебник для вузов - Москва: МЭИ, 2008. - 464 с.
- 4.16. Лосюк Ю.А., Кузьмич В.В. Нетрадиционные источники энергии: Учеб. пособие для вузов - Минск: Технопринт, 2005. - 234 с.
- 4.17. Быстрицкий Г.Ф. Общая энергетика: учебное пособие - Москва: Академия, 2005. - 208 с.
- 4.18. Арзамасцев Д.А., Бартоломей П.И., Холян А.М. АСУ и оптимизация режимов энергосистем: учебное пособие - Москва: Высшая школа, 1983. - 208 с.
- 4.19. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: Учеб. пособие для вузов - Москва: МЭИ, 2008. - 336 с.
- 4.20. Попик В.А., Булатов Ю.Н. Автоматизированные системы управления технологическими процессами электрических станций и подстанций: учебное пособие - Братск: БрГУ, 2013. - 200 с.
- 4.21. Коновалов Б.И., Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления: учебное пособие - Санкт-Петербург: Лань, 2010. - 224 с.
- 4.22. Попик В.А., Томин Н.В., Булатов Ю.Н. Основы теории автоматического управления: Учебное пособие - Братск: БрГУ, 2009. - 176 с.
- 4.23. Привалов Е. Е., Ефанов А. В., Ястребов С. С., Ярош В. А., Привалов Е. Е. Электробезопасность работников электрических сетей: учебное пособие - Москва|Берлин: Директ-Медиа, 2018. - 371 с.
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493605>
- 4.24. Привалов Е.Е. Электробезопасность. В 3-х ч. Ч. 3. Защита от напряжения прикосновения и шага в электрических сетях: учебное пособие - Москва|Берлин: Директ-Медиа, 2016. - 180 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=436756
- 4.25. Сибикин Ю. Д., Сибикин М. Ю. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий: учебное пособие - Москва|Берлин: Директ-Медиа, 2014. - 235 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253964>
- 4.26. Яковкина Т.Н., Шакиров В.А., Лисицкий К.Е. Основы электробезопасности: учебное пособие - Братск: БрГУ, 2016. - 198 с.
- 4.27. Крючков И.П., Старшинов В.А., Гусев Ю.П., Пираторов М.В. Переходные процессы в электроэнергетических системах: Учебник для вузов - Москва: МЭИ, 2008. - 416 с.
- 4.28. Пилипенко В. Т. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: учебно-методическое пособие - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014. - 124 с.
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330565>
- 4.29. Шабад В.К. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: учебное пособие - Москва: Академия, 2013. - 192 с.
- 4.30. Кобелев А. В. Режимы работы электроэнергетических систем: учебное пособие - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2015. - 81 с.
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444929>

- 4.31. Крючков И.П., Неклепаев Б.Н., Старшинов В.А. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования: Учеб. пособие для вузов - Москва: Академия, 2005. - 416 с.
- 4.32. Неклепаев Б.Н. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. РД 153-34.0-20.527-98: нормативный документ - Москва: НЦ ЭНАС, 2002. - 151 с.
- 4.33. Куликов Ю.А. Переходные процессы в электрических системах: Учебное пособие для вузов - Новосибирск: НГТУ, 2003. - 283 с.
- 4.34. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах: учебник - Москва: АРИС, 2010. - 520 с.
- 4.35. Федосеев А.М., Федосеев М.А. Релейная защита электроэнергетических систем: Учебник для вузов - Москва: Энергоатомиздат, 1992. - 528 с.
- 4.36. Шведов Г.В. Электроснабжение городов: электропотребление, расчетные нагрузки, распределительные сети: Учебное пособие - Москва: МЭИ, 2012. - 268 с.
- 4.37. Яковкина Т.Н., Струмеляк А.В. Техника высоких напряжений: учебное пособие - Братск: БрГУ, 2013. - 171 с.
- 4.38. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учебник для вузов - Москва: Гардарики, 2000. - 637 с.
- 4.39. Разевиг Д.В. Техника высоких напряжений: Учебник для вузов - Москва: Энергия, 1976. - 488 с.
- 4.40. Кожевников Н.Н. Экономика и управление энергетическими предприятиями: Учеб. пособие для вузов - Москва: Академия, 2004. - 432 с.
- 4.41. Любимова Н.Г. Экономика и управление в энергетике: учебник для магистров - Москва: Юрайт, 2015. - 485 с.
- 4.42. Можаяева С.В. Экономика энергетического производства: Учебное пособие - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 272 с.
- 4.43. Хорольский В. Я., Таранов М. А., Шемякин В. Н. Эксплуатация электрооборудования: учебник - Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 268 с. <https://e.lanbook.com/book/106891>
- 4.44. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем: Учебник для вузов - Новосибирск: НГТУ, 2005. - 300 с.
- 4.45. Плотников М.П. Электрические машины: учебное пособие - Братск: БрГУ, 2022. - 172 с.
- 4.46. Сыровешкин А.М., Федорова М.А. Асинхронные машины: Учебно-методическое пособие к лабораторным работам - Братск: БрГУ, 2003. - 67 с.
- 4.47. Ванурин В. Н. Электрические машины: - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 304 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72974
- 4.48. Плотников М.П. Проектирование силового трансформатора: учебное пособие - Братск: БрГУ, 2020. - 135 с. <http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20%20Автоматика/Плотников%20М.П.Проектирование%20силового%20%20трансформатора.УП.2020.pdf>
- 4.49. Епифанов А. П., Епифанов Г. А. Электрические машины: учебник - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 300 с. <https://e.lanbook.com/book/95139>
- 4.50. Кацман М.М. Электрические машины: Учебник - Москва: Академия, 2008. - 496 с.
- 4.51. Шумаков Н.М., Емцев А.Н. Выключатели распределительных устройств ТЭЦ: Учебное пособие - Братск: БрГУ, 2012. - 130 с.
- 4.52. Васильев А.А. Электрическая часть станций и подстанций: Учебник для вузов - Москва: Энергоатомиздат, 1990. - 575 с.
- 4.53. Емцев А.Н. Электрическая часть станций и подстанций. Проектирование электрической части ТЭЦ: Учеб. пособие - Братск: БрГУ, 2007. - 169 с.
- 4.54. Веников В.А., Журавлев В.Г., Филиппова Т.А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: Учебник для вузов - Москва: Энергоатомиздат, 1990. - 349 с.

- 4.55. Филиппова Т. А., Сидоркин Ю. М., Русина А. Г. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: учебник - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016. - 359 с.
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438316>
- 4.56. Мин. энергетики РФ Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ. Утв. приказом Минэнерго России №229 от 19.06.03: Введ. с 30.06.2003г. - Санкт-Петербург: Деан, 2004. - 336 с.
- 4.57. Русина А. Г., Филиппова Т. А. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем: учебное пособие - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016. - 400 с.
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576756>
- 4.58. Струмяк А.В. Передача и распределение электроэнергии: Учебное пособие - Братск: БрГУ, 2008. - 82 с.
- 4.59. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учебник для студентов электроэнергетических специальностей - Москва: Энергоатомиздат, 1989. - 592 с.
- 4.60. Герасименко А.А., Федин В.Т. Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие для вузов - Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. - 715 с.
- 4.61. Струмяк А.В., Яковкина Т.Н. Электроэнергетические системы и сети: учебное пособие - Братск: БрГУ, 2019. - 192 с.
<http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Струмяк%20А.В.%20Электроэнергетические%20системы%20и%20сети.Учеб.пособие.2019.PDF>
- 4.62. Веников В.А., Идельчик В.И., Лисеев М.С. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах: учебное пособие - Москва: Энергоатомиздат, 1985. - 214 с.
- 4.63. Струмяк А.В. Электроэнергетические системы и сети: учебное пособие - Братск: БрГУ, 2014. - 186 с.
- 4.64. Игнатъев И.В., Струмяк А.В. Проектирование районной электрической сети: методические указания к выполнению курсового проекта - Братск: БрГУ, 2014. - 82 с.

5. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=
2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru>
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
<http://e.lanbook.com>
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/>
8. Национальная электронная библиотека НЭБ

<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>

9. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>

10. Информационный центр «Библиотека имени К. Д. Ушинского» РАО. – URL: <http://www.gnrbu.ru>

11. Научная библиотека Российской академии народного хозяйства и государственной службы при президенте Российской Федерации. – URL: <https://lib.ranepa.ru/ru>

**Шкала оценивания результатов вступительных испытаний
по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Вид погрешности или ошибки	Весовые коэфф.
<p>Ответ на теоретический вопрос дан полностью, приведены необходимые примеры, формулы, алгоритмы, варианты. Решение задачи верное, выбран рациональный путь решения. В рамках собеседования получены ответы на все уточняющие вопросы.</p>	1,0
<p>Ответ на теоретический вопрос дан полностью, приведены все формулы, представлен их вывод и пояснения. Поступающий путается в процессе приведения практических примеров, алгоритмов, вариантов, но, в целом, верно применяет на практике теоретические положения. Решение задачи верное, но путь не рационален или имеются один - два недочета*. Получены ответы на большинство уточняющих вопросов.</p>	0,9
<p>Решение верное, но путь не рационален и имеются два - три недочета или негрубых ошибки**. Ответ на теоретический вопрос дан, приведены все основные формулы, представлен их вывод с незначительными замечаниями, представлены все пояснения. В ответе замечено 1-2 неточности. Поступающий приводит некорректные практические примеры, алгоритмы, варианты, отражающие не полное понимание приложения теоретических положений на практике. Получены ответы на большую часть уточняющих вопросов.</p>	0,8
<p>Решение верное, но путь не рационален и имеются два - три недочета и негрубых ошибки. Ответ на теоретический вопрос дан, приведены все основные формулы, представлен их вывод с некоторыми замечаниями, приведены все пояснения. В ответе замечено 1-2 неточности. Поступающий приводит некорректные практические примеры, алгоритмы, варианты, отражающие не полное понимание применимости теоретических положений на практике. Получены ответы более чем на 50% уточняющих вопросов.</p>	0,7
<p>Ход решения задачи верный, но есть несколько негрубых ошибок или решение не завершено. Ответ на теоретический вопрос дан, приведены все основные формулы, сделана попытка произвести вывод формул, представлены все необходимые пояснения. В ответе замечено 2-3 неточности. Поступающий не привел примеров, алгоритмов, вариантов или они не верные. Получены ответы на ряд уточняющих вопросов</p>	0,6
<p>Ход решения задачи верный, но есть несколько негрубых ошибок и решение не завершено. Ответ на теоретический вопрос дан, приведены все основные формулы без вывода, представлены все необходимые пояснения с замечаниями в них. В ответе замечено 2-3 неточности. Поступающий не привел примеров, алгоритмов, вариантов или они не верные. Получены ответы на несколько уточняющих вопросов.</p>	0,5
<p>Допущены грубые ошибки***, но ответ получен (неверный). Ответ на теоретический вопрос дан частично. Представлена большая часть основных формул и пояснений. При собеседовании ответы на нераскрытые в ответе вопросы даны с помощью 1-2 наводящих вопросов экзаменатора.</p>	0,4
<p>Допущены грубые ошибки, ответ не получен. Ответ на теоретический вопрос дан частично. Представлена часть основных</p>	0,3

формул и пояснений. При собеседовании ответы на нераскрытые в ответе вопросы даны с помощью 2-3 наводящих вопросов экзаменатора.	
Допущены грубые ошибки, и ответ не получен, либо решение лишь начато, то что начато - без ошибок. Поступающий очень поверхностно (обтекаемо) отвечает на теоретический вопрос. Не владеет терминологией. При собеседовании ответы на нераскрытые в ответе вопросы не даны даже с помощью наводящих вопросов экзаменатора.	0,2
Решение начато, но продвижение ничего не дает для результата. Поступающий пытается ответить на теоретический вопрос, но ответ в большей части не соответствует теме вопроса.	0,1
Задача не решалась или написаны только исходные данные. Ответ на вопрос отсутствует или полностью не соответствует теме вопроса.	0

***Недочет** - незначительные (непринципиальные) арифметические, грамматические ошибки

****Негрубые ошибки** - технические ошибки в применении формул, не влияющие на смысл решения; необоснованность логических (верных) выводов.

*****Грубые ошибки:** Логические, приводящие к неверному заключению; арифметические ошибки, искажающие смысл ответа; неверный чертеж в технических задачах; принципиальные ошибки в применении элементарных формул.