Принято на заседании
Ученого совета Горного института
протокол № 6-25 от 25.09. 2025 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ ПО ГРУППЕ НАУЧНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ 2.4 ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Москва 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1	Пояснительная записка	3
2	Содержание раздело	3-7
3	Рекомендуемая литература	7

1. Пояснительная записка

Цель вступительного испытания - оценка уровня освоения поступающим компетенций, необходимых для обучения по программам аспирантуры, входящих в группу научных специальностей 2.4 «Энергетика и электротехника»

Форма, продолжительность проведения вступительного испытания.
Критерии оценивания.

Минимальное количество баллов по результатам вступительных испытаний, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, составляет 40 баллов по всем условиям поступления.

Вступительное испытание состоит из двух частей: письменная часть и собеседование. Для прохождения вступительного испытания поступающий должен предоставить план-проспект диссертационной работы и мотивационное письмо (1000–1500 слов), отражающее причины выбора НИТУ МИСИС и соответствующей программы подготовки. Без план-проспекта диссертационной работы и мотивационного письма поступающий до вступительного испытания не допускается. План-проспект диссертационной работы и мотивационное письмо предоставляется экзаменационной комиссии до начала письменной части вступительного испытания.

Вступительное испытание оценивается по 100-балльной шкале.

Экзаменационный билет письменной части содержит пять вопросов, каждый из которых оценивается до 10 баллов. При неполном ответе или при наличии ошибок члены экзаменационной комиссии выставляют количество баллов пропорционально части правильного выполнения задания. Результатом оценивания является сумма баллов, полученных за правильные ответы на соответствующие вопросы письменной части экзамена. Максимально возможное количество баллов, которое может получить абитуриент на письменной части экзамена – 50.

Продолжительность письменного экзамена – 120 минут.

Собеседование проводится с ведущими учёными направления, которые оценивают мотивированность абитуриента и его план будущей работы. Максимально возможное количество баллов, которое может получить абитуриент на собеседовании – 50.

Перечень принадлежностей, которые поступающий имеет право пронести в аудиторию во время проведения вступительного испытания: ручка.

Программа поступления в аспирантуру по группе научных специальностей 2.4. «Энергетика и электротехника» базируется на дисциплинах «Электрические машины», «Электрические и электронные аппараты», «Силовая преобразовательная техника», «Электрический привод», «Электроснабжение предприятий», «Энергетический аудит и энергосбережение», «Управление энергоресурсами» и «Электробезопасность на горных предприятиях».

2. Содержание разделов.

Электрический привод.

Структурная схема электропривода и характеристика каждого элемента. Классификация электроприводов по виду движения, роду тока, механических передаточных устройств и ряду других признаков. Достоинства и недостатки электропривода. Современный электропривод и тенденция его развития.

Кинематические схемы машин и механизмов и их классификация. Типовые нагрузки механической части электропривода. Активные и реактивные моменты и силы. Уравнение движения механической части электропривода с абсолютно жесткими механическими связями. Статические и динамические моменты. Момент инерции привода (маховой момент). Уравнение движения электропривода при постоянном моменте инерции. Уравнения движения электропривода с упругими механическими связями. Механическая часть электропривода как объект управления.

Статические и динамические характеристики электроприводов с машинами постоянного тока с независимым возбуждением. Статические и динамические характеристики электроприводов с машинами постоянного тока с последовательным возбуждением.

Тормозные режимы электроприводов с машинами постоянного тока. Пусковые и перегрузочные свойства электроприводов с машинами постоянного тока.

Регулирование скорости электроприводов с машинами постоянного тока.

Статические и динамические характеристики электроприводов с асинхронными двигателями.

Тормозные режимы электроприводов с асинхронными двигателями. Пусковые и перегрузочные свойства электроприводов с асинхронными двигателями.

Регулирование скорости электроприводов с асинхронными двигателями.

Электромеханические свойства электроприводов с синхронными двигателями. Способы пуска синхронных двигателей.

Нагрузочные диаграммы электроприводов и методы их расчета. Потери энергии в электроприводах постоянного и переменного токов в установившихся и переходных режимах. Нагрев и охлаждение двигателей. Влияние температуры на срок службы изоляции. Номинальные режимы двигателей.

Выбор электродвигателя по мощности при продолжительном режиме работы. Выбор электродвигателя по мощности при кратковременном режиме работы. Выбор электродвигателя по мощности при повторно-кратковременном режиме работы.

Преобразовательные устройства, применяемые в электроприводе.

Функции систем управления электроприводами и их классификация. Основные требования, предъявляемые к системам управления электроприводами. Способы изображения электрических схем электроприводов. Типовые узлы электрических схем и принципы их действия. Схемы управления пуском и торможением электродвигателей в функции времени, тока, пути и др. Типовые схемы автоматического управления машинами постоянного тока, асинхронными и синхронными двигателями.

Логические и вычислительные элементы дискретного действия. Типовые цифровые узлы. Унифицированные блоки систем регулирования. Задающие устройства. Регуляторы. Согласующие элементы. Датчики угла и согласования. Датчики электрических величин.

Задачи синтеза. Электроприводы с программным управлением и последовательной коррекцией. Показатели свойств и качества переходных процессов электропривода с последовательной коррекцией. Многоконтурная структура и типовые регуляторы тиристорных электроприводов с последовательной коррекцией. Технический оптимум для настроек контуров регулирования электроприводов.

Скалярная система автоматического управления частотно-регулируемого электропривода.

Векторная система автоматического управления частотно-регулируемого электропривода.

Электроснабжение горных и промышленных предприятий.

Требования, предъявляемые к системе электроснабжения.

Принципы построения схем электроснабжения. Схемы питания и распределения электроэнергии. Влияние схем электроснабжения на экономичность, бесперебойность и безопасность систем электроснабжения.

Расчетные нагрузки: графики нагрузки, основные величины, их характеризующие. Показатели графиков нагрузки. Методы определения расчетных электрических нагрузок. Определение расхода электроэнергии. Потери мощности и энергии в отдельных частях системы электроснабжения. Вероятностно-статистические модели оценки потерь энергии.

Виды переходных процессов. Короткие замыкания, причины возникновения и классификация. Ударный ток и факторы, его определяющие. Зависимость тока короткого замыкания от параметров короткозамкнутой цепи.

Понятие о базисных величинах. Определение сопротивления КЗ цепи в относительных единицах для электроустановок напряжением выше 1 кВ.

Определение токов короткого замыкания по типовым и расчетным кривым. Ограничение токов КЗ. Влияние мощности и параметров электродвигателей на ток КЗ.

Понятие о продольной и поперечной несимметрии. Несимметричные короткие замыкания, обрывы фаз и несимметрия нагрузки.

Основные методические положения технико-экономических расчетов в энергетике. Инвестиции на сооружение подстанций, распределительных устройств и сетей и способы их определения. Срок окупаемости инвестиций и внутренняя норма доходности проекта электроснабжения. Эксплуатационные расходы в системах электроснабжения: амортизация, ремонт и обслуживание элементов СЭС. Определение стоимости потерь электроэнергии.

Качество электроэнергии. Основные показатели качества напряжения. Отклонения и колебания напряжения. Допустимые потери напряжения в сети. Несимметрия напряжений.

Технико-экономические обоснования выбора рационального напряжения. Способы изменения и регулирования напряжения. Технические средства регулирования напряжения и область их применения.

Ограничение колебаний напряжения, уровня высших гармонических токов и напряжений и несимметричных режимов.

Классификация электрических сетей. Требования, предъявляемые к электрическим сетям. Режим нейтрали. Выбор режима нейтрали.

Воздушные линии, конструктивное исполнение, выбор проводов по механической прочности. Кабельные линии, выбор типа кабеля и способы прокладки кабельных линий.

Нагревание токоведущих частей при нормальном режиме. Определение допустимой длительной токовой нагрузки. Выбор сечения проводников при повторно-кратковременных режимах работы. Связь допустимой нагрузки проводов с параметрами аппаратов защиты.

Нагревание токоведущих частей при коротких замыканиях. Определение сечения проводников по условиям допустимого нагрева при коротких замыканиях. Фиктивное время продолжительности короткого замыкания и его определение.

Выбор проводников по потере напряжения. Схемы замещения и расчетные параметры элементов электрических сетей. Потеря и падение напряжения. Определение потери напряжения в разомкнутых сетях. Расчет разветвленных разомкнутых сетей.

Способы компенсации реактивной мощности. Выбор и размещение компенсирующих устройств; автоматическое регулирование мощности КУ. Расчетные затраты на компенсацию реактивной мощности. Компенсация реактивной мощности при наличии вентильных преобразователей.

Назначение электрических аппаратов в подстанциях и РУ. Параметры, по которым выбираются и проверяются аппараты, изоляторы и токоведущие устройства.

Определение местоположения ГПП. Технико-экономическое обоснование выбора схемы электроснабжения. Выбор числа и мощности трансформаторов. Система сборных шин. Схемы распредустройства и подстанций напряжением выше 1 кВ. Открытые распредустройства напряжением 35 – 220 кВ. Закрытые распредустройства напряжением 6 – 10 кВ. Комплектные распредустройства.

Защита от многофазных замыканий в электроустановках напряжением выше 1 кВ, токовая отсечка, дифференциальная защита, дистанционная и высокочастотная защита. Защита от внешних КЗ в электроустановках напряжением выше 1 кВ.

Защита от перегрузок в электроустановках напряжением выше 1 кВ. Защита от понижения напряжения. Защита электроустановок напряжением до 1 кВ.

Экономический ущерб при отказе или ложном срабатывании защитных устройств. Способы обеспечения селективности.

Классификация перенапряжений. Защита от прямых ударов молнии стержневыми и тросовыми молниеотводами. Размещение молниеотводов. Соединение молниеотводов с землей.

Защита распределительных устройств и подстанций от набегающих волн перенапряжений. Области применения и размещения трубчатых и вентильных разрядников. Ограничители перенапряжений.

Системы заземлении. Защитное заземление и защитное зануление. Устройство и расчет заземлений. Контроль изоляции и защитное отключение. Напряжение прикосновения и шаговое напряжение. Выравнивание потенциалов.

Уровни и этапы проектирования. Проектирование как информационный процесс. Состав технического проекта СЭС. Структурные элементы процесса проектирования. Система электроснабжения горных предприятий как объект проектирования; содержание и порядок оформления проектов электроснабжения горных предприятий. Разновидность схем. Принципы, цели и задачи автоматизации проектирования систем электроснабжения. Структура и состав САПР-электроснабжения.

Оценка сравнительной экономической эффективности различных вариантов инвестиционных решений. Выбор экономически предпочтительного варианта проектного решения и выявление ожидаемой величины экономического эффекта: определение показателей чисто дисконтированного дохода и внутренней нормы доходности, а также срока окупаемости инвестиций.

Автоматизация в системах электроснабжения.

Телемеханизация в системах электроснабжения.

Измерение и учет электроэнергии. Тарификация электрической энергии. Основные положения по составлению электробаланса горных предприятий. Удельные нормы потребления электроэнергии. Экономия электроэнергии в системах электроснабжения горных предприятий.

Особенности электроснабжения горных работ и объектов городского подземного строительства; особенности исполнения электрооборудования для горного производства, рудничная аппаратура управления и защиты.

Электрическое освещение; виды защит электрического оборудования и сетей на горных предприятиях; электрооборудование подземных горных работ и карьеров; подстанции в подземных выработках, на карьерах и на объектах ГПС.

Канализация электрической энергии в подземных выработках и на карьерах; электроснабжение и электрооборудование очистных, проходческих и вскрышных работ; электроснабжение транспортных, транспортно-отвальных и погрузочных устройств; электроснабжение вспомогательных механизмов; электрооборудование и электроснабжение электровозного транспорта; энергетические показатели процессов горного производства.

Энергетический менеджмент.

Общие сведения об энергоемкости и энергетической оценке производственных процессов, методы определения энергоемкости и оценки энергозатрат.

Энергетические характеристики установок и технологических комплексов горного производства; методы математического анализа режимов энергопотребления; энергоемкость технологических процессов подземных горных работ, энергоемкость технологических процессов производства на открытых горных работах, энергоемкость технологических процессов производства на обогатительных фабриках.

Энергетические балансы технологических процессов горного производства; нормирование технологического расхода электроэнергии; способы и средства учета энергопотребления в условиях современного производства; оптимизация и управление энергоресурсами предприятия.

Нормативно-правовая база и документы по энергосберегающей политике; общая методика энергоаудита; расчет энергопотребления и затрат; расчет энергопотоков, их анализ и критическая оценка; разработка и экспертиза энергосберегающих проектов.

Представление результатов энергоаудита; энергоаудит электромеханическаих и электротехнических систем; энергоаудит теплотехнических и технологических систем; энергосбережение в электромеханических и электротехнических системах; энергосбережение в теплотехнических и технологических системах, энергосбережение и окружающая среда.

Классификация методов и технических средств контроля энергетических ресурсов; технические средства контроля электрической энергии, технические средства контроля температуры, технические средства контроля скорости потока и расхода энергетических

ресурсов, технические средства контроля давления, технические средства контроля световых величин; основы обработки измерительной информации, современные информационно-измерительные технологии, метрологическое обеспечение контроля энергетических ресурсов, методика выбора технических средств контроля энергетических ресурсов.

Основные понятия и определения управления энергетическими ресурсами - энергетического менеджмента, основные функции и элементы деятельности энергоменеджера; управление своим временем и нагрузкой; принятие решений и его оценка, планирование; мотивация персонала, проектирование эффективной работы и хороших условий труда, анализ внешнего окружения; управление энергетическими ресурсами горных предприятий; основные составляющие, задачи и стадии энергоменеджмента; энергетическая политика предприятия, оценка текущего состояния энергетического менеджмента, организация энергетического менеджмента на предприятии, мотивация энергетического менеджмента, информационные системы энергетического менеджмента, инвестиционное обеспечение энергетического менеджмента.

Основы организации и управления энергосбережением, программно-целевое планирование энергосбережения, целевые показатели энергосбережения и повышения энергетической эффективности, анализ и оценка резервов энергосбережения; оценка энергоэффективности предприятий организаций и учреждений, мероприятия по экономии и повышению эффективности использования энергоресурсов, разработка программ по энергосбережению в муниципальных образованиях и бюджетных учреждениях; технико-экономический и финансовый анализ энергосберегающих проектов; энергосервисные договоры.

3. Рекомендательная литература

Основная:

1. Беспалов В.Я., Котеленец Н.Ф. Электрические машины. – М.: Академия, 2008.
2. Кацман М.М. Электрические машины. – М.: Академия, 2008.
3. Электрические и электронные аппараты: Учебник для вузов / Под ред. Ю.К. Розанова. – М.: Энергоатомиздат, 1998.
4. Забродин Ю.С. Промышленная электроника: Учебник для вузов. – М.: Альянс, 2008.
5. Розанов Ю.К. Силовая электроника. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.
6. Ковчин С.А., Сабинин Ю.А. Теория электропривода: Учебник для вузов. – СПб.: Энергоатомиздат, 2000.
7. Малиновский А.К. Теория электропривода: Учебное пособие. – М.: МГГУ, 2010.
8. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник для вузов. – М.: Интермет Инжиниринг, 2005.
9. Плащанский Л.А. Основы электроснабжения горных предприятий: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГГУ, 2006.
10. Электрификация горного производства. Том 1. / Ляхомский А.В., Плащанский Л.А., Чеботаев Н.И., Щуцкий В.И. и др. / Под ред. Л.А.Пучкова и Г.Г.Пивняка. – М.: Изд-во МГГУ, 2007.
11. Ляхомский А.В., Бабокин Г.И. Управление энергетическими ресурсами горных предприятий: Учебное пособие. – М.: Горная книга, 2011.

Дополнительная:

1. Гольдберг О.Д., Свириденко И.С. Инженерное проектирование и САПР электрических машин. – М.: Академия, 2008.
2. Пичуев А.В., Решетняк С.Н. Методические указания для выполнения практических работ по дисциплине «Электрические и электронные аппараты. – М.: МГГУ, 2005.
3. Малиновский А.К. Теория электропривода: Учебное пособие для самостоятельной работы по дисциплине. – М.: МГГУ, 2010.
4. Плащанский Л.А. Электроснабжение горного производства. Раздел «Релейная защита электроустановок»: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГГУ, 2013.

5. Федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», N 261-ФЗ от 23.11.09.
6. Арутюнян А.А. Основы энергосбережения. – М.: ЗАО «Энергосервис», 2007.