

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Директор института энергетики
_____ Е.В. Самаркина

«19» января 2026 г.



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ В.В. Смирнов

«16» января 2026 г.

ПРОГРАММА
вступительного испытания
по специальной дисциплине
для поступающих на обучение по образовательным программам
высшего образования – программам подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ИРНИТУ

Научная специальность:
2.4.5. Энергетические системы и комплексы

Иркутск – 2026 г.

1. Общие положения

К вступительным испытаниям в аспирантуру допускаются лица, имеющие документ государственного образца о высшем образовании (диплом магистра или специалиста).

Целью вступительного экзамена является оценка уровня теоретической и практической подготовки абитуриента, его способности к самостоятельной научно-исследовательской работе, а также глубины знаний в избранной области науки.

Экзамен проводится в форме письменного ответа на вопросы экзаменационного билета с последующей устной защитой и ответами на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

Экзаменационная комиссия формируется приказом ректора (проректора) и состоит из председателя, заместителя председателя и членов комиссии, имеющих ученую степень и/или ученое звание по профилю экзамена.

Максимальная оценка за экзамен составляет **50 баллов**. Минимальный проходной балл устанавливается университетом.

2. Порядок проведения экзамена

2.1. Подготовительный этап

2.1.1. Абитуриенты обязаны явиться в указанное время и место проведения экзамена, имея при себе документ, удостоверяющий личность.

2.1.2. На экзамене запрещается использовать средства связи, планшеты, телефоны и другие электронные устройства.

2.1.3. Перед началом экзамена проводится регистрация абитуриентов и инструктаж о порядке проведения экзамена. За нарушение правил абитуриент по решению комиссии может быть удален с экзамена с неудовлетворительной оценкой.

2.1.4. Абитуриент получает экзаменационный билет, содержащий вопросы по программе вступительного экзамена.

2.2. Письменная часть

2.2.1. Продолжительность: на выполнение письменного ответа отводится **90 минут**.

2.2.2. Процедура: абитуриент должен дать полный, структурированный и научно обоснованный ответ на все вопросы билета. Ответы оформляются на проштампованных листах университета.

2.2.3. Требования к ответу: ответ должен демонстрировать знание ключевых концепций, теорий, методов и актуальных проблем в рамках экзаменационной программы.

2.2.4. Завершение: по истечении времени абитуриент сдает письменную работу экзаменационной комиссии. Письменная работа является основой для последующей устной части.

2.3. Устная часть и дополнительные вопросы

2.3.1. После подготовки ответа или истечения отведенного для подготовки ответа времени абитуриенты приглашаются для индивидуального собеседования с комиссией.

2.3.2. Защита письменного ответа: абитуриенту предоставляется до **7 минут** для краткого изложения основных положений своего письменного ответа.

2.3.3. Вопросы комиссии: после изложения члены комиссии задают вопросы, которые могут быть направлены на:

- уточнение и углубление содержания письменного ответа;
- проверку понимания смежных тем и проблем;
- оценку способности абитуриента к научной дискуссии и аргументации своей позиции.

2.3.4. Продолжительность: общая продолжительность устной части (изложение и ответы на вопросы) на одного абитуриента не должна превышать **20 минут**.

2.4. Подведение итогов

2.4.1. Оценка выставляется каждым членом комиссии индивидуально по критериям, изложенным в разделе 3.

2.4.2. Итоговая оценка формируется как среднее арифметическое оценок членов комиссии, округленное до целого числа, и объявляется абитуриенту после обсуждения комиссией.

2.4.3. Результаты экзамена фиксируются в протоколе заседания экзаменационной комиссии.

3. Критерии оценки (50-балльная шкала)

Оценка знаний абитуриента осуществляется по совокупности результатов письменной и устной частей в соответствии со следующими критериями:

№	Критерий оценки	Макс. балл	Описание критерия
Письменный ответ (Всего 30 баллов)			
1	Полнота раскрытия темы	15	Глубина и объем представленного материала, соответствие ответа всем вопросам билета. Оценка снижается за поверхностное изложение или пропуск части вопросов.
2	Структура и логика изложения	10	Четкость, последовательность, наличие логических связей между разделами, наличие введения, основной части и заключения. Оценка снижается за хаотичность и отсутствие структуры.
3	Научная корректность и грамотность	5	Отсутствие фактических и методологических ошибок, правильность использования научной терминологии, общая грамотность (орфография, пунктуация, стилистика).
Устный ответ и дополнительные вопросы (Всего 20 баллов)			
4	Качество устного изложения	10	Уверенность, четкость речи, способность выделить ключевые моменты письменной работы, умение кратко и ясно донести информацию.
5	Глубина понимания и аргументация	5	Способность аргументировать свою позицию, продемонстрировать глубокое понимание материала, выходящее за рамки заученных формулировок.

№	Критерий оценки	Макс. балл	Описание критерия
6	Реакция на дополнительные вопросы	5	Способность ориентироваться в смежных областях, логичность, оперативность и точность ответов на вопросы комиссии. Оценка снижается за неуверенность и неспособность ответить на уточняющие вопросы.
ИТОГО	Максимальный балл	50	

Шкала соответствия баллов оценкам (рекомендательная)

Диапазон баллов	Оценка	Характеристика
45-50	Отлично	Абитуриент продемонстрировал глубокие, системные знания, полностью раскрыл тему, дал исчерпывающие ответы на все вопросы, включая дополнительные.
35-44	Хорошо	Абитуриент продемонстрировал твердые знания, раскрыл основные положения темы, допустив незначительные неточности или затруднения при ответе на некоторые дополнительные вопросы.
25-34	Удовлетворительно	Абитуриент продемонстрировал базовые знания, но допустил существенные неточности в письменном ответе или испытывал значительные затруднения при ответах на дополнительные вопросы.
0-24	Неудовлетворительно	Абитуриент продемонстрировал отсутствие необходимых знаний, не смог раскрыть тему, допустил грубые ошибки.

4. Заключительные положения

4.1. Абитуриенты, набравшие балл ниже установленного минимального проходного балла, не допускаются к дальнейшему участию в конкурсе на поступление в аспирантуру.

4.2. Апелляция по результатам экзамена проводится в порядке, установленном локальными нормативными актами университета.

5. Программа вступительных испытаний

Тема №1. Общие вопросы

Раздел 1. Энергетические ресурсы.

Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Запасы невозобновляемых источников энергии. Распределение энергоресурсов по регионам и странам. Потребление энергии. Объемы и виды потребляемой энергии. Распределение потребления энергии по регионам и странам. Технические и потребительские характеристики различных

источников и видов энергии; электрическая и тепловая энергия. Тенденции развития мировой энергетики.

Раздел 2. Электроэнергетика России. Общие сведения о масштабах производства: электрической и тепловой энергии и перспективах их развития. Структура электрических мощностей. Распределение производства и потребления электроэнергии по регионам.

Основная литература

1. Г.Ф. Быстрицкий, Г.Г. Гасангаджиев, В.С. Кожиченков. Общая энергетика. Юрайт – 2025 г. – 415 с.
2. Г.Ф. Быстрицкий. Основы энергетики. Москва ИНФРА – М, 2005.
3. В.И. Полищук, Ю.С. Боровиков. Общая энергетика: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 201 с.

Дополнительная литература

1. Алхасов, А. Б. Возобновляемые источники энергии: учеб. пособие / А.Б. Алхасов. – Москва: МЭИ, 2016. – 269,
2. Баранов, Н. Н. Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии: учеб. пособие для вузов / Н. Н. Баранов. – Москва: МЭИ, 2017
3. Попель, О. С. Возобновляемая энергетика в современном мире: учеб. пособие / О. С. Попель, В. Е. Фортков. – Москва: МЭИ, 2019. – 449 с.

Тема №2. Электрогенерирующие установки

Раздел 1. Классификация электрогенерирующих установок

Классификация электрогенерирующих установок по источникам энергии (топливу), принципу работы (преобразования первичной энергии в электрическую и тепловую), режимам работы (базовый, регулирующий).

Раздел 2. Гидроэлектростанции (ГЭС). Типы гидроэлектростанций. Особенности работы ГЭС в энергосистеме.

Раздел 3. Тепловые станции (ТЭС). Типы тепловых электростанций. Особенности работы ТЭС в энергосистеме.

Раздел 4. Возобновляемые источники энергии

Установки, преобразующие энергию возобновляемых источников. Солнечные электростанции. Накопители солнечного тепла. Фотоэлектрические преобразователи. Геотермальная энергия. Ветроэнергетические установки. Биомасса как источник энергии. Утилизация отходов сельского хозяйства, бытовых отходов и отходов промышленных предприятий. Установки на биомассе. Технологии получения синтетических топлив из возобновляемых источников энергии.

Основная литература

1. Баранов, Н. Н. Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии: учеб. пособие для вузов / Н. Н. Баранов. - Москва: МЭИ, 2017
2. Мясоедов Ю.В., Савина Н.В., Ротачева А.Г. Электрические станции и подстанции. Учебное пособие / сост.: Мясоедов Ю.В., Савина Н.В., Ротачева А.Г. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2013.

Дополнительная литература

1. Алхасов, А. Б. Возобновляемые источники энергии: учеб. пособие / А.Б. Алхасов. – Москва: МЭИ, 2016. – 269 с.
2. Попель, О. С. Возобновляемая энергетика в современном мире: учеб. пособие / О. С. Попель, В. Е. Фортков. – Москва : МЭИ, 2019. – 449 с
3. Тремясов, В. А. Фотоэлектрические и гидроэнергетические установки в системах автономного электроснабжения: монография / В. А. Тремясов, К. В. Кенден; Сибирский федеральный университет. – Красноярск: СФУ, 2017. – 206 с.

Тема №3. Энерготехнологические установки

Энерготехнологические установки как средство увеличения эффективности использования органических топлив. Основные процессы и продукты, получаемые в энерготехнологических установках. Экономическая эффективность энерготехнологических установок. Основные принципы построения энерготехнологических установок, их параметры и основное оборудование.

Основная литература

1. Багаев А.А., Багаев А.И., Куликова Л.В. Электротехнология: Учебник. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 320 с.

Тема №4. Системы энергоснабжения

Раздел 1. Основание понятия о системах электроснабжения

Понятие процесса электроснабжения и системы электроснабжения (СЭС), ее место в электроэнергетике. Обобщенная структура системы электроснабжения. Структура системы энергоснабжения. Требования, предъявляемые к СЭС. Род тока и номинальные напряжения, применяемые при электроснабжении различных объектов СЭС. Иерархия сетей различных номинальных напряжений в СЭС.

Раздел 2. Системы электроснабжения предприятий и населенных пунктов

Принципы формирования распределительных электрических сетей. Расчет электрических нагрузок предприятия и городов. Воздушные и кабельные линии. Требования к электрическим схемам распределительных сетей. Режимы работы нейтралей сети. Принципы компенсации реактивной мощности. Обоснование необходимости глубоких вводов в городах и на промышленных предприятиях. Комплекс требований к сооружению подстанций глубокого ввода. Типы подстанций. Схемы подключения подстанций к сети.

Основная литература

1. Конюхова, Е. А., Электроснабжение : учебник для вузов / Е.А. Конюхова. – Москва: МЭИ, 2019. – 508 с
2. Кудрин, Б. И. Электроснабжение потребителей и режимы: учеб. пособие / Б. И. Кудрин, Б. В. Жилин, Ю. В. Матюнина. – Москва: МЭИ, 2017. – 411 с.
3. Наумов И.В. Электроснабжение: учебное пособие. – Благовещенск: Изд-во АМГУ, 2014.
4. Наумов И.В., Лещинская Т.Б., Бондаренко С.И. Проектирование систем электроснабжения. Учебное пособие. Издание 2-е, перераб. и доп., ИрГТУ, Иркутск, 2012 – 326 С.
5. Жилин Б.В., Кудрин Б.И., Ошурков М.Г. Электроснабжение. Феникс – 2018. – 382 с.
6. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: учебник для вузов. – М.:Ленанд, 2022. – 600 с.

Дополнительная литература

1. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций: учеб. пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. – 2-е изд. – Москва [и др.]: Инфра-Инженерия, 2018. – 146 с
2. Валеев, И. М. Методика расчета режима работы системы электроснабжения городского района: монография / И. М. Валеев, Т.А. Мусаев; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : КНИТУ, 2016. – 131 с
3. Г. Н. Ополева Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебное пособие. – Москва: Форум; Москва: Инфра-М., 2017. - 416 с.

Тема №5. Энергетические системы

Раздел 1. Основные принципы построения энергетических систем

Принципы построения схем электрических сетей и требования к ним. Принципы построения систем теплоснабжения и требования к ним Надежность схем.

Повреждаемость элементов электрических сетей. Расчеты надежности. Выбор конфигурации электрических сетей по критериям экономичности и надежности. Основные типы понижающих подстанций. Выбор схем присоединений подстанций к электрической сети. Выбор сечений ЛЭП по методу экономической плотности тока. Выбор проводников по условию термической стойкости. Выбор коммутационных аппаратов.

Раздел 2. Баланс реактивной мощности.

Баланс реактивной мощности. Коэффициент мощности потребителей. Компенсация реактивной мощности. Способы и средства регулирования режимов.

Раздел 3. Подходы к регулированию напряжения и частоты.

Принципы регулирования напряжения в центрах питания. Регулирование напряжения трансформаторами с РПН. Принципы системного и местного регулирования напряжения. Особенности регулирования напряжения в условиях избытка и дефицита реактивной мощности. Регулирование частоты в ЭЭС. Первичное и вторичное регулирование частоты. Автоматическая частотная разгрузка. Регулирование частоты в энергосистеме. Его связь с оптимальным распределением активных мощностей между станциями. Качество электрической энергии.

Основная литература

1. Воропай Н.И. Надежность систем электроснабжения. Конспект лекций / Н.И. Воропай. – Новосибирск: Наука, 2006. – 205 с.
2. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций: учеб. пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. - 2-е изд. - Москва [и др.]: Инфра-Инженерия, 2018. – 146с.
3. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: учебник для вузов. – М.:Ленанд, 2022. – 600 с.

Дополнительная литература

1. Папков Б.В. Надежность электроснабжения: комплекс учебно-методических материалов / Б.В. Папков; Нижегород. гос. техн. ун-т. Н. Новгород, 2007, - 210 с.

Тема №6. Переходные процессы в электроэнергетических системах

Раздел 1. Основные понятия.

Переходные процессы в электроэнергетических системах. Классификация переходных процессов. Основные сведения об электромагнитных переходных процессах. Сведения об электромеханических переходных процессах.

Раздел 2. Короткие замыкания.

Виды коротких замыканий. Основные определения. Причины и следствия КЗ. Назначения расчетов и требования к ним. Основные допущения. Понятие о расчетных условиях. Составление схемы замещения и определение ее параметров. Преобразование схем замещения. Расчеты с приведением схемы замещения к простейшему виду. Расчет ударного тока. Расчет интеграла Джоуля. Принципы выбора оборудования и проводников по условиям стойкости токам короткого замыкания.

Основная литература

1. Переходные процессы в электроэнергетических системах: учеб. для студентов вузов / И. П. Крючков, В. А. Старшинов [и др.]; ред. И. П. Крючков. – 2-е изд., стер. - Москва: МЭИ, 2009. – 414
2. Воропай Н.И., Ефимов Д.Н., Сташкевич Е.В. Переходные процессы в электроэнергетических системах. Основы электромеханических переходных процессов в электроэнергетических системах: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2020. – 138 с.

Дополнительная литература

1. Короткие замыкания и выбор электрооборудования: учеб. пособие для вузов / И.П. Крючков, В. А. Старшинов, Ю. П. Гусев [и др.]; под ред. И.П. Крючкова, В.А. Старшинова. – Москва: МЭИ, 2017. – 566.
2. Бухгольц, Б. М. Smart Grids – основы и технологии энергосистем будущего: пер. с англ. / Б.М. Бухгольц, З.А. Стычински; науч. ред. пер. Ю. В. Шаров [и др.]; под общ. ред. Н. И. Воропая. – Москва: МЭИ, 2019. – 459 с.

Тема №7. Теплоэнергетические системы

Раздел I. Теплотехника и гидравлика.

Контактный теплообмен. Радиационный теплообмен. Законы Планка, Ламберта, Кирхгофа, Стефана-Болцмана. Режимы движения жидкостей и газов. Цикл рабочего тела в Т-S диаграмме. Гидравлическая устойчивость системы. Общее уравнение горения. Конвективный тепло и массоперенос. Гидравлический удар и методы его расчета и предупреждения. Законы сохранения массы, потока импульса, энергии. Основы теории пограничного слоя. Расчет гидравлических потерь в трубопроводах. Гидравлическая характеристика трубопроводов. Теплопередача через плоскую стенку. Кавитация. Истечение жидкости.

Раздел 2. Теплогенерирующие установки, топливо и теория горения, химическая водоподготовка.

Горелки: типы, конструкции, характеристики. Процессы воспламенения и распространения пламени. Водный режим и качество пара. Процессы смесеобразования. Молекулярная и турбулентная диффузия. Сжигание топлива в парогенераторах. Методы интенсификации сжигания газов. Самовоспламенение твердого топлива. Внутрикотловая обработка воды. Диффузионный, кинетический и смешанный принципы сжигания. Пути интенсификации горения твердого топлива. Воспламенение и механизм горения жидкого топлива. Продувка парогенератора. Котлы: типы, конструкции, характеристики. Водогрейные котельные. Принципиальная тепловая схема. Материальный и тепловой баланс парогенератора. Паровые котельные. Принципиальная тепловая схема. Основное оборудование. Потери тепла и их определение. Схема паровой и водогрейной котельной.

Основная литература

1. Теплотехника: Учеб. для вузов. А.П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт и др.; Под ред. А.П. Баскакова. – 2-е изд. переработ. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 224 с.
2. Смородин С.Н., Иванов А.Н., Белоусов В.Н. Котельные установки и парогенераторы: учеб. пособие. 2-е изд-е, испр./ ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб, 2018. – 185 с.,
3. Блинов Е.А. Топливо и теория горения. Раздел – подготовка и сжигание топлива: Учеб.-метод. комплекс (учеб. пособие) / Е.А. Блинов. - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2007.–119 с.

Дополнительная литература

1. Водоподготовка: Справочник. / Под ред. С.Е. Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
2. Бирюков Б.В. Котельные установки и парогенераторы. Краснодар: КубГТУ, 2012. – 357с.
3. Кочарян Е.В. Арестенко Ю.П. Техническая гидрогазодинамика: учеб. пособие – Кубан. гос. техно л. ун-т. - Краснодар: Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», – 2016. – 123 с.

Составитель:

Шакиров В.А., к.т.н., зав. кафедрой электроснабжения и электротехники