

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НСП

А.С. Гоголев

2025 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

по группе научных специальностей программ подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

2.4. Энергетика и электротехника

- 2.4.1. Теоретическая и прикладная электротехника
- 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы
- 2.4.3. Электроэнергетика
- 2.4.4. Электротехнология и электрофизика
- 2.4.5. Энергетические системы и комплексы
- 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника
- 2.4.9. Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная
безопасность
- 2.4.11. Светотехника

Руководитель программы аспирантуры 2.4.1	А.П. Леонов
Руководитель программы аспирантуры 2.4.2	Г.И. Однокопылов
Руководитель программы аспирантуры 2.4.3.	Е.А. Шутов
Руководитель программы аспирантуры 2.4.4.	Г.Е. Ремнев
Руководитель программы аспирантуры 2.4.5.	А.С. Матвеев
Руководитель программы аспирантуры 2.4.6.	А.С. Заворин
Руководитель программы аспирантуры 2.4.9.	С.В. Беденко
Руководитель программы аспирантуры 2.4.11.	Т.Г. Коржнева

2025 г.

1. Общие положения

- 1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине соответствующей группе научных специальностей 2.4. Энергетика и электротехника предназначена для поступающих в аспирантуру в качестве руководящего учебно-методического документа для подготовки к сдаче вступительного испытания.

Целью проведения вступительных испытаний является оценка знаний, готовности и возможности поступающего к освоению программы подготовки в аспирантуре, к самостоятельному выполнению научной работы, подготовке и защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать высокий уровень владения материалом вузовского курса по дисциплинам направления Энергетика и электротехника, а также способности и мотивацию к проведению самостоятельных научных исследований и написании кандидатской диссертации.

- 1.2. Программой устанавливается:

- форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания;
- шкала оценивания;
- максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;
- критерии оценки ответов.

Вступительное испытание проводится на русском языке или на английском языке для абитуриентов из стран дальнего зарубежья, поступающих на программу, реализуемую на английском языке.

- 1.3. Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Порядком проведения вступительных испытаний для поступления на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ТПУ.

- 1.4. По результатам вступительного испытания, поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном Порядком приема, действующими на текущий год поступления.

2. Структура и содержание вступительного испытания

- 2.1. Вступительное испытание состоит из двух частей:

- теоретическая часть по вопросам (билетам), относящимся к научной специальности, на которую поступает абитуриент, каждый билет включает 2 вопроса.
- собеседование с предоставлением рекомендательного письма (при наличии) предполагаемого научного руководителя и мотивационного письма от абитуриента (при наличии).

- 2.2. Экзамен проводится дистанционно (при условии идентификации поступающих) малочисленными группами не более 5 чел.

Перед началом экзамена поступающий предоставляет комиссии мотивационное письмо (при наличии), рекомендательное письмо предполагаемого научного руководителя (при наличии). Далее поступающим выдаются билеты и дается время на подготовку.

В это время комиссия изучает представленные письма.

- 2.3. После подготовки поступающих по билетам комиссия заслушивает ответы поступающих по теоретической части и проводит собеседование. Результаты вступительного испытания суммируются и оформляются протоколом, в котором

фиксируются баллы за теоретическую часть и собеседование. На усмотрение членов комиссии собеседование может проводиться с каждым поступающим индивидуально, в таком случае остальные поступающие переводятся в "комнату ожидания" либо временно отключаются от видеоконференции. Запись проведения ВИ обязательна для дальнейшего просмотра при возникновении спорных ситуаций.

3. Перечень тем и вопросов для подготовки к сдаче вступительного испытания

2.4.1. Теоретическая и прикладная электротехника

1. Физические свойства электроизоляционных материалов, определяющие эффективность их использования по назначению.
2. Устойчивость электроизоляционных материалов к внешним (атмосферным) воздействиям времени эксплуатации.
3. Методы исследования надежности и долговечности изоляционных материалов, кабельных и конденсаторных изделий.
4. Количественные характеристики надежности.
5. Научные и технические направления совершенствования свойств материалов, полуфабрикатов и изделий в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике.
6. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля, теорема Гаусса.
7. Методы контроля параметров электроизоляционных материалов, особенности методов контроля изделий изоляционной, кабельной и конденсаторной техники.
8. Электрические токи проводимости, переноса и смещения. Принцип непрерывности электрического тока. Индукция магнитного поля.
9. Основные свойства и эквивалентные параметры электрических цепей при синусоидальных токах.
10. Поляризация диэлектриков и диэлектрические потери.

2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

1. Механическая часть силового канала электропривода и основные законы механики электропривода.
2. Механическая часть электропривода как объект управления. Структурные схемы и передаточные функции. Обобщенное математическое описание динамических процессов электромеханического преобразования энергии.
3. Статические характеристики и динамические свойства асинхронного электромеханического преобразователя при питании от источника напряжения и источника тока.
4. Обобщенная структурная схема в электромеханической системе с линеаризованной механической характеристикой. Понятие о демпфирующей особенности электропривода с упругой связью.
5. Основные функции и структуры автоматического управления электроприводом. Синтез систем с контактными и бесконтактными ключевыми элементами. Принципы выбора элементной базы.
6. Типовые структуры и особенности систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Системы с машинами двойного питания.
7. Системы стабилизации и управления электроприводов. Защита от перегрузок и аварийных режимов.
8. Составление моделей электроприводов на основе схем замещения. Дифференциальные уравнения в нормальной форме Коши. Разностные уравнения. Модели в пространстве состояний.

9. Исполнительные двигатели в системах электропривода.
10. Электропривод механизмов центробежного типа и способы регулирования его производительности. Системы с потерей энергии скольжения и возвратом ее в сеть.

2.4.3. Электроэнергетика

1. Особенности технологического процесса функционирования электрических станций различного типа. Графики нагрузки электрических станций и их регулирование.
2. Конструкция распределительных устройств. Основные характеристики комплектных распределительных устройств (КРУ). Компоновка электрических станций и подстанций.
3. Схемы замещения и параметры линий электропередачи. Потери мощности в воздушной линии электропередачи.
4. Схема замещения двухобмоточного трансформатора. Схемы замещения трёхобмоточного трансформатора и автотрансформатора. Потери мощности в двухобмоточных трансформаторах. Потери мощности в трёхобмоточных трансформаторах и автотрансформаторах.
5. Практические методы расчета токов КЗ. Особенности расчета токов КЗ в электроустановках переменного и постоянного тока напряжением до 1000 В. Общие уравнения, описывающие переходные процессы в электрических машинах. Преобразования координат.
6. Динамическая устойчивость ЭЭС. Переходные процессы и устойчивость систем, объединенных слабыми связями. Асинхронные режимы, ресинхронизация и результирующая устойчивость.
7. Системы релейной защиты и противоаварийной автоматики с каналами связи.
8. Автоматические переключения в электроэнергетических системах. Автоматическое регулирование напряжения и распределение реактивной мощности. Автоматическое регулирование частоты и распределение активной мощности. Регуляторы частоты вращения.
9. Грозозащитные заземления. Стационарное и импульсное сопротивление заземлителей. Молниезащита линий электропередачи.
10. Особенности защиты от перенапряжений в электропередачах с продольной и поперечной компенсацией и в настроенных электропередачах.

2.4.4. Электротехнология и электрофизика

1. Классификация диэлектриков по агрегатному состоянию. Характеристики, описывающие поведение диэлектриков в электрическом поле. Особенности электропроводности газообразных, жидких и твердых диэлектриков.
2. Механизмы и основные закономерности пробоя газообразных, жидких и твердых диэлектриков.
3. Плазма и её разновидности. Особенности использования холодной плазмы в электротехнологических установках.
4. Взаимодействие электромагнитного поля с плазмой и расплавленным металлом.
5. Виды электрических разрядов: коронный, искровой, барьерный, тлеющий, ВЧ и СВЧ разряды и их применение.
6. Плазменная техника и технология. Основные виды плазменных технологий: резка, плавка, сварка, напыление, плазмохимия, нанопорошки.
7. Основные схемы выпрямления и регулирования тока и напряжения. Особенности построения схем инвертирования тока.
8. Генераторы импульсного высокого напряжения и сильного тока.
9. Особенности измерения импульсных высоких напряжений и сильных токов. Устройства, применяемые для измерения таких сигналов.

10. Основные электрофизические и электротехнологические методы очистки окружающей среды.

2.4.5. Энергетические системы и комплексы

1. Энергетические ресурсы. Графики электрической и тепловых нагрузок.
2. Расход электроэнергии на собственные нужды. Перспективы развития теплоэнергетики.
3. Типы и классификация котлов. Тракты и основные элементы котла. Виды компоновок котла.
4. Методы расчета тепловых схем и исследование их эффективности. Полные тепловые схемы электростанций, выбор основного и вспомогательного оборудования ТЭС.
5. Работа ступеней турбины.
6. Определение расхода топлива на выработку электроэнергии и тепла на паротурбинных ТЭЦ.
7. Типы газотурбинных и парогазовых ТЭС. Принципиальные тепловые схемы газотурбинных и парогазовых ТЭС: структура, назначение агрегатов.
8. Парогазовые технологии на пылеугольных электростанциях. Особенности паротурбинных установок в составе парогазовых ТЭС.
9. Тепловое потребление и классификация тепловой нагрузки. Схемы отпуска технологического пара и схемы теплоснабжения.
10. Воздействие ТЭС на окружающую среду.

2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника

1. Как классифицируются и маркируются углеродистые и легированные стали? Приведите примеры применения конкретных марок сталей в энергетическом машиностроении.
2. Поясните понятия: сухой насыщенный пар, влажный насыщенный пар, степень сухости, перегретый пар, удельная теплота парообразования, абсолютная и относительная влажность, влагосодержание, точка росы.
3. Основные понятия и определения теории теплопередачи. Виды теплопередачи и основные уравнения. Теплопроводность плоской стенки. Тепловое излучение и его характеристики.
4. Определение и основные свойства жидкостей. Силы, действующие на жидкость. Давление в жидкости. Сжимаемость. Вязкость. Модель идеальной жидкости. Неньютоновские жидкости.
5. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости и для потока вязкой жидкости. Общие сведения о гидравлических потерях и виды гидравлических потерь.
6. Понятие и классификация энергетического топлива. Как принято описывать состав и свойства энергетического топлива? Высшая и низшая теплота сгорания топлива.
7. Термическая газификация и пиролиз как технологические способы переработки органического топлива и биомассы. Основные продукты переработки.
8. Основные рабочие параметры, типы и характеристики энергетических машин. Виды тепловых электростанций. Паровые и газовые турбины: классификация, принцип работы и основные технические характеристики.
9. Классификация котельных агрегатов, маркировка по ГОСТ, основные типоразмеры и области применения. Общее уравнение теплового баланса парового котла. Способы определения КПД котла брутто.
10. Основные загрязнители окружающей среды, образующиеся при работе энергетических установок и методы снижения их воздействия. Понятия ПДК и ПДВ вредных веществ.

2.4.9. Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность

1. Теория деления атомных ядер. Виды излучений. Механизмы нейтронных ядерных реакций.
2. Технологические схемы процессов ядерного топливного цикла, конструкции аппаратов.
3. Устройство, конструктивные особенности и режимы эксплуатации ядерных энергетических установок разных типов.
4. Нейтронно-физические и теплофизические параметры активных зон ядерных энергетических установок.
5. Моделирование стационарных и переходных процессов в активной зоне ядерных энергетических установок: 1) Метод Монте-Карло и его модификации; 2) детерминистические методы; 3) уравнение точечной кинетики; 4) модель пространственно-временной кинетики.
6. Неравномерность энерговыделения и физическое профилирование: борное регулирование, механическая система регулирования, управление ОР СУЗ реактора.
7. Основное энергооборудование АЭС. Принципиальные схемы электростанций, технико-экономические показатели, схемы технического водоснабжения.
8. Методы расчета теплофизических и гидродинамических параметров активных зон ядерных энергетических установок.
9. Отработавшее ядерное топливо и радиоактивные отходы. Безопасность. Ядерная и радиационная безопасность.
10. Обзор методов дозиметрии и радиометрии. Дозиметрия и радиометрия стадий ядерного топливного цикла.

2.4.11. Светотехника

11. Энергетические и светотехнические величины, их единицы измерения и физический смысл в контексте оценки излучения источников света.
12. Цветовые характеристики излучения и современные цветовые системы, используемые в светотехнике.
13. Цветовая температура и коррелированная цветовая температура источников оптического излучения, их физический смысл и применение в светотехнике.
14. Фотометрические свойства источников излучения. Классификация по геометрическим величинам: точечный и протяженный источники света, фотометрическое тело.
15. Сила излучения, сила света, кривая силы света. Способы измерения силы света. Закон квадратов расстояния.
16. Классификация и конструктивные особенности источников оптического излучения в светотехнике.
17. Физические основы явления электролюминесценции и его реализация в полупроводниковых устройствах.
18. Внешний квантовый выход светодиодов, его зависимость от внутренних и внешних факторов.
19. Конструктивные элементы современных осветительных приборов и их функциональное назначение.
20. Общие принципы нормирования светотехнических установок. Нормирование по видимости, работоспособности, технико-экономическим показателям.

4. Методические указания по процедуре оценивания вступительного испытания по специальности

Максимальное количество баллов за вступительное испытание – 100 баллов.
За 1 часть теоретическую максимум – 50 баллов.

Критерии оценки ответа на вступительном испытании по специальности 1 часть:

ВИ, балл	Определение оценки
0 ÷ 5 баллов	При ответе абитуриента обнаружались значительные пробелы в знаниях по научной специальности, допущены грубые ошибки. Уровень знаний не позволяет приступить к освоению программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.
6 ÷ 25 баллов	Абитуриент показал хорошее знание материала по научной специальности. Имеются навыки аргументации и отстаивания собственной точки зрения. Однако материал излагался непоследовательно, очевидны пробелы в знаниях. При ответе на дополнительные вопросы были допущены отдельные неточности.
26 ÷ 40 баллов	Абитуриент показал всестороннее, глубокое и систематическое знание материала по научной специальности; ответ отличался точностью использованных понятий; материал излагался последовательно и логично. Было продемонстрировано умение формулировать, аргументировать и отстаивать свою точку зрения. Однако не на все дополнительные вопросы были даны полные и последовательные ответы.
41 ÷ 50 баллов	Абитуриент показал всестороннее, глубокое и систематическое знание материала по научной специальности; ответ отличался точностью использованных понятий; материал излагался последовательно и логично. Было продемонстрировано умение формулировать, аргументировать и отстаивать свою точку зрения. На дополнительные вопросы были получены полные и последовательные ответы.

За 2 часть собеседование максимум – 50 баллов.

Критерии оценки ответа на вступительном испытании по специальности 2 часть:

ВИ, балл	Определение оценки
0 ÷ 5 баллов	только устное общение и нет ни мотивационного письма, ни рекомендательного письма от руководителя, научный задел отсутствует.
6 ÷ 15 баллов	есть мотивационное письмо или рекомендательное письмо предполагаемого научного руководителя, но по результату собеседования научный задел небольшой, мотивация низкая.
16 ÷ 25 баллов	есть мотивационное письмо и рекомендательное письмо предполагаемого научного руководителя, но по результату собеседования научный задел небольшой, мотивация низкая.
26 ÷ 40 баллов	есть мотивационное письмо и рекомендательное письмо предполагаемого научного руководителя, научный задел небольшой, но абитуриент мотивирован.
41 ÷ 50 баллов	есть мотивационное письмо и рекомендательное письмо предполагаемого научного руководителя, большой научный задел, абитуриент мотивирован.

5. Рекомендуемая литература

2.4.1. Теоретическая и прикладная электротехника

1. Теоретические основы электротехники. т. 1, т. 2 / К. С. Демирчян, Л. Р. Нейман, Н. В. Коровкин. – СПб.: Питер, 2009
2. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М. Электротехнические материалы: Учеб. Л.: Энергоатомиздат, 1985.

3. Теоретические основы электротехники. 30 лекций по теории электрических цепей : учебное пособие для вузов / А. Б. Новгородцев. 2-е изд. Москва [и др.] : Питер, 2006. 575 с.
4. Электротехническое материаловедение: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / А. Н. Дудкин, В. С. Ким. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, Лань, 2016. - 198 с.
5. Н.П. Богородицкий, В.В. Пасынков, Б.М. Тареев. Электротехнические материалы.- Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 352с.
6. Материалы кабельного производства/ И. Б. Пешков. - Москва : Машиностроение, 2013. - 455 с. : ил., табл.; 22 см.
7. Основы кабельной техники: учебник для студентов высших учебных заведений / под редакцией Пешкова И.Б. – М.: Издательский центр «Академия» — 2006. — 432 с.: ил.

2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

1. Бурман, А. П. Основы современной энергетики: в 2 т. Том 2. Современная электроэнергетика: учебник для вузов: в 2 т. / - Москва : Издательский дом МЭИ, 2019. – ISBN 978-5-383-01338-0 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013380.html> (дата обращения: 14.04.2025). – Режим доступа: по подписке.
2. Копылов, И. П. Проектирование электрических машин: учебник для вузов / И. П. Копылов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 828 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11700-4. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/445920> (дата обращения: 14.04.2025). – Режим доступа: по подписке.
3. Жуловян, В. В. Электрические машины: электромеханическое преобразование энергии: учебное пособие для вузов / В. В. Жуловян. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 425 с. – (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04292-4. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/453145> (дата обращения: 14.04.2025). – Режим доступа: по подписке.
4. Чернышев, А. Ю. Электропривод переменного тока: учебник для вузов / А. Ю. Чернышев, Ю. Н. Дементьев, И. А. Чернышев. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 215 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-06846-7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/563451> (дата обращения: 14.04.2025). – Режим доступа: свободный.
5. Линейные системы в теории автоматического управления: учебное пособие / А. А. Шилин [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет Томск: Изд-во ТПУ, 2019. 178 с.: ил. URL: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2019/m057.pdf>. (дата обращения: 14.04.2025). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

2.4.3. Электроэнергетика

1. Прасол, Д. А. Электрические станции и подстанции: конспект лекций : учебное пособие / Д. А. Прасол. — Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2021. — 114 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177603> (дата обращения: 22.03.2024). — Режим доступа: по подписке.
2. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций : учебное пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. — 4-е изд., доп. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. — 174 с. — ISBN 978-5-9729-0404-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148376> (дата обращения: 22.08.2024).

- Режим доступа: по подписке.
3. Дьяков, А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие для вузов / Дьяков А. Ф. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01161-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011614.html> (дата обращения: 22.08.2024). - Режим доступа : по подписке.
 4. Вазов, В. Ф. Техника высоких напряжений : учебник / В. Ф. Вазов, В. А. Лавринович. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 262 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-010565-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1086750> (дата обращения: 30.08.2024). — Режим доступа: по подписке.
 5. Мякишев, В. М. Переходные процессы в линейных электрических цепях (в примерах) : учебное пособие / В. М. Мякишев, М. С. Жеваев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 347 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook_5a93b2ee9fc408.56741449. - ISBN 978-5-16-013082-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1741522> (дата обращения: 30.10.2024). — Режим доступа: по подписке.
 6. Веников, В. А. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах / В. А. Веников, В. И. Идельчик, М. С. Лисеев. — Москва: Энергоатомиздат, 1985. — 214 с.: ил. — Текст : непосредственный.
 7. Агафонов, А. И. Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебное пособие / А. И. Агафонов, Т. Ю. Бростилова, Н. Б. Джазовский. — 2-е изд., перераб. и доп. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 300 с. — ISBN 978-5-9729-0505-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148384> (дата обращения: 30.10.2024). — Режим доступа: по подписке.

2.4.4. Электротехнология и электрофизика

8. Мороз, Н. К. Электротехническое материаловедение : учебник / Н. К. Мороз. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 148 с. - ISBN 978-5-9729-0390-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168658> (дата обращения: 16.04.2025). — Режим доступа: по подписке.
9. Бортник, И. М. Электрофизические основы техники высоких напряжений: учебник для вузов / И. М. Бортник и др. ; под общ. ред. И. П. Верещагина - Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-01017-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010174.html> (дата обращения: 08.04.2025). - Режим доступа : по подписке.
10. Блум, Х. Схемотехника и применение мощных импульсных устройств / Х. Блум. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 348 с. — ISBN 978-5-94120-191-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/60997> (дата обращения: 08.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
11. Прикладная плазмохимия: учебное пособие / А. И. Пушкарев, Г. Е. Ремнев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ).— Томск: Изд-во ТПУ, 2011 URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m47.pdf> — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный.
12. Чередниченко, В. С. Плазменные электротехнологические установки : учебник для вузов / В. С. Чередниченко, А. С. Аныпаков, М. Г. Кузьмин - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2011. - 602 с. (Серия "Учебники НГТУ") - ISBN 978-5-7782-1576-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778215764.html> (дата обращения: 16.04.2025). - Режим доступа : по подписке.

2.4.5. Энергетические системы и комплексы

1. Рыжкин, В. Я. Тепловые электрические станции: учебник для вузов / В. Я. Рыжкин; под ред. В. Я. Гиршфельда. — 4-е изд., стер. — Москва: АРИС, 2014. — 328 с.: ил. — Библиогр.: с. 320. — Предметный указатель: с. 321-325. — ISBN 978-5-905616-07-5. — URL: <https://energoworld.ru/library/ryzhkin-v-ya-teplovye-elektricheskie-stantsii/> (дата обращения 26.02.2025). — Режим доступа свободный.
2. Трухний, А. Д. Парогазовые установки электростанций: учебное пособие для вузов / А. Д. Трухний. — Москва: Изд-во МЭИ, 2013. — 648 с.: ил. — Библиография в конце глав. — Словарь терминов: с. 638-647. — ISBN 978-5-383-00721-1. — URL: <https://opac.mpei.ru/OpacUnicode/app/webroot/index.php?url=/notices/index/IdNotice:210642/Source:default> (дата обращения 26.02.2025). — Режим доступа по подписке.
3. Беляев С.А., Воробьев А.В., Литвак В.В. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС: учебное пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2015. — 248 с.: ил. — URL: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://portal.tpu.ru/SHARED/b/BELJEV/edu/Prin/Tab/Posobie.pdf&ved=2ahUKEwj6gs3fieOLAxUCOhAIHfI0FxgQFnoECBoQAQ&usq=AOvVaw3XowTqCQ9jGvORDPHSgHQ5> — Режим доступа свободный.
4. Галашов Н. Н. Режимы работы и эксплуатации ТЭС: Учебное пособие. - Томск: Изд-во ТПУ, 2013 — 252 с. — URL: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://earchive.tpu.ru/handle/11683/72506&ved=2ahUKEwjvjon4ieOLAxV1CBAIHWGGFHCQFnoECBgQAQ&usq=AOvVaw3eG-UPJkcVIZBVxv4PON6g> — Режим доступа свободный.

2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника

1. Галимов, Э. Р. Современные конструкционные материалы для машиностроения : учебное пособие / Э. Р. Галимов, А. Л. Абдуллин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 268 с. — ISBN 978-5-8114-4864-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126707> (дата обращения: 07.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Петров, А. И. Техническая термодинамика и теплопередача / А. И. Петров. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 428 с. — ISBN 978-5-507-47350-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/362333> (дата обращения: 07.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Доманский, И. В. Механика жидкости и газа / И. В. Доманский, В. А. Некрасов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 140 с. — ISBN 978-5-507-45645-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/277058> (дата обращения: 07.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Дюкова, И. Н. Энергетическое топливо : учебное пособие / И. Н. Дюкова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2019. — 116 с. — ISBN 978-5-9239-1123-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125207> (дата обращения: 07.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Природоохранные технологии на ТЭС : учебник / И. С. Никитина, В. Б. Прохоров, И. В. Путилова [и др.]. — Москва : НИУ МЭИ, 2021. — 452 с. — ISBN 978-5-7046-2428-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —

URL: <https://e.lanbook.com/book/362525> (дата обращения: 07.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2.4.9. Ядерные энергетические установки, топливный цикл, радиационная безопасность

1. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов: учебное пособие / Г. Г. Бартоломей, Г. А. Бать, В. Д. Байбаков, М. С. Алтухов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Екатеринбург: Юланд, 2016. — 512 с. — Текст: непосредственный.
2. Бекман, И. Н. Ядерные технологии : учебник для вузов / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 500 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08681-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538207> (дата обращения: 30.10.2025).
3. Ташлыков, О. Л. Ядерные технологии : учебное пособие для вузов / О. Л. Ташлыков ; под научной редакцией С. Е. Щеклеина. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 198 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18066-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539318> (дата обращения: 30.10.2024).
4. Бекман, И. Н. Прикладная радиохимия и радиационная безопасность : учебник и практикум для вузов / И. Н. Бекман. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 386 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17787-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536396> (дата обращения: 30.10.2024).
5. Беденко, С. В. Ядерная физика: хранение облученного керамического ядерного топлива : учебное пособие для вузов / С. В. Беденко, И. В. Шаманин. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 191 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04071-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539448> (дата обращения: 30.10.2024).

2.4.11. Светотехника

1. Справочная книга по светотехнике : учебное пособие / под редакцией Ю. Б. Айзенберга, Г. В. Бооса.. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : , 2019. — 892 с. — ISBN 978-5-6043163-0-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/144146> (дата обращения: 08.04.2025).
2. Юденич, Л. М. Светотехника и электротехнология : учебное пособие для спо / Л. М. Юденич. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 104 с. — ISBN 978-5-507-49144-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/379367> (дата обращения: 08.04.2025).
3. Основы светотехники : учебник / В. П. Будак, А. А. Григорьев, П. А. Смирнов, В. Ю. Снетков. — Москва : НИУ МЭИ, 2023. — 532 с. — ISBN 978-5-7046-2807-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/404228> (дата обращения: 08.04.2025).
4. Шашлов, А. Б. Основы светотехники : учебник для вузов / А. Б. Шашлов - Москва : Логос, 2017. - 256 с. - ISBN 978-5-98704-586-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987045862.html> (дата обращения: 08.04.2025). - Режим доступа : по подписке.
5. Кирилловский, В. К. Современные оптические исследования и измерения : учебное пособие / В. К. Кирилловский. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-0989-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210458> (дата обращения: 08.04.2025).