

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке

А.В.Германенко

« 2020 г.



ПРОГРАММА

вступительных испытаний в аспирантуру по направлению подготовки

14.06.01 – «Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и

сопутствующие технологии»

Екатеринбург

2020

	Содержание	Стр.
1. Назначение и область применения.....		3
2. Содержание программы		3
3. Вопросы для вступительного испытания		6
4. Критерии оценки знаний претендентов на поступление в аспирантуру по направлению подготовки 14.06.01 – «Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии».....		8
5. Список рекомендуемой литературы (основная и дополнительная).....		8
6. Рекомендуемые Интернет-ресурсы		11
Лист согласования		13

1. Назначение и область применения

Программа определяет требования к содержанию вступительных испытаний в аспирантуру по направлению 14.06.01 – «Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии».

Предназначена для подготовки к вступительному экзамену в аспирантуру по направлению 14.06.01 – «Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии».

2. Содержание программы

Техническая термодинамика

Основные понятия и исходные положения термодинамики. Предмет и метод термодинамики. Термодинамическая система. Основные термодинамические параметры состояния. Уравнение состояния. Термодинамический процесс.

Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Работа расширения. Теплота. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Теплоемкость газов. Энтальпия.

Второй закон термодинамики. Энтропия. Общая формулировка второго закона. Прямой цикл Карно. Обобщенный регенеративный цикл Карно. Обратный цикл Карно. Изменение энтропии в необратимых процессах. Статистическое толкование второго начала термодинамики. Максимальная работа. Эксергия.

Основные термодинамические процессы в газах, парах и их смесях. Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах. Термодинамические процессы реальных газов. Смеси идеальных газов. Влажный воздух.

Особенности термодинамики открытых систем. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Истечение из суживающегося сопла. Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах. Расчет процесса истечения с помощью h , s -диаграммы. Дросселирование газов и паров. Термодинамический анализ процессов в компрессорах. Эксергия потока рабочего тела.

Циклы теплосиловых установок. Термодинамическая эффективность циклов теплосиловых установок. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Цикл газотурбинной установки. Циклы паротурбинных установок. Парогазовый цикл.

Основы тепло- и массообмена

Основные понятия и определения. Способы передачи теплоты. Количественные характеристики переноса теплоты. Понятие о массопереносе.

Теплопроводность. Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Теплопроводность при нестационарном режиме (нагревание и охлаждение тел).

Конвективный теплообмен (теплоотдача). Основной закон конвективного теплообмена. Понятие о гидродинамическом и тепловом пограничных слоях. Дифференциальные уравнения конвективного теплопереноса. Применение теории подобия при изучении процессов теплоотдачи. Понятие о методе анализа размерностей. Экспериментальный метод получения критериальных уравнений теплоотдачи. Аналогия процессов тепломассопереноса.

Расчетные зависимости для определения коэффициентов теплоотдачи. Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя. Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества.

Теплообмен при кипении жидкости и при конденсации пара. Механизм парообразования при пузырьковом кипении. Теплоотдача при пленочном кипении. Режимы течения, структура двухфазного потока и теплоотдача при кипении в трубах. Теплообмен при пленочной конденсации пара.

Лучистый теплообмен. Описание процесса и основные определения. Основные законы лучистого теплообмена. Теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде. Использование экранов для защиты от излучения. Излучение газов.

Теплопередача. Сложный теплообмен. Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку. Интенсификация теплопередачи. Тепловая изоляция.

Основы теплового расчета теплообменных аппаратов. Типы теплообменных аппаратов. Расчетные уравнения. Виды теплового расчета теплообменников.

Физика ядерных реакторов

Ядерная и нейтронная физика. Закон радиоактивного распада. Основные характеристики нейтронного поля. Ядерные реакции. Рассеяние нейтронов. Особенности реакции деления ядер. Запаздывающие и мгновенные нейтроны. Диффузия и замедление нейтронов в среде.

Физические основы функционирования ядерных энергетических реакторов. Коэффициент размножения нейтронов. Подкритическое, критическое и надкритическое состояния реактора. Критические размеры реактора (условие). Критическая загрузка. Время жизни нейтронов. Реактивность. Период реактора. Ядерное горючее. Состав активной зоны ядерного реактора, отражатель. Гомогенные и гетерогенные ядерные реакторы. Физические особенности реакторов на тепловых, быстрых и промежуточных нейтронах.

Нестационарные процессы в ядерном реакторе. Эффекты и коэффициенты реактивности. Температурный, мощностной, паровой эффекты реактивности. Выгорание ядерного топлива. Отравление реактора ксеноном и самарием. Воспроизводство ядерного топлива. Способы и органы регулирования реактивности. Кампания топлива.

Основы дозиметрии и защиты от ионизирующих излучений (ИИ). Виды ионизирующих излучений. Поглощенная, эквивалентная, эффективная доза облучения. Биологическое действие ионизирующего излучения. Соматический и стохастический эффекты облучения. Методы регистрации и дозиметрии ионизирующих излучений. Методы регистрации нейтронов. Коэффициенты линейного и массового ослабления. Слой половинного ослабления. Кратность ослабления. Нормы радиационной безопасности. Приборы дозиметрического и специального технологического контроля на АЭС.

Конструкции ядерных энергетических реакторов. Одноконтурные, двухконтурные и трехконтурные схемы АЭС. Конструкции и особенности реакторов ВВЭР, РWR, ВWR, РБМК. Реакторы на быстрых нейтронах. Внутриконтурные устройства ядерных энергетических установок. Методы выбора обоснования и контроля качества конструкционных материалов ядерной техники. Образцы-свидетели корпусной стали. Биологическая защита ЯЭУ. Барьеры безопасности. Коэффициент использования установленной мощности.

Тепловыделяющие элементы и тепловыделяющие сборки (ТВС). Конструкции ТВС для различных типов ЯЭР. Картограмма загрузки активной зоны ЯЭУ. Перегрузка топлива.

Техническое обслуживание и ремонт оборудования АЭС. Управление ресурсом, продление срока службы корпусных конструкций, машин, агрегатов и их систем. Снятие с эксплуатации. Этапы жизненного цикла атомной станции.

Обращение с радиоактивными отходами (РАО). Источники РАО. Классификация радиоактивных отходов. Методы кондиционирования РАО.

Теплофизические особенности ядерных реакторов. Теплопередача в активной зоне ядерного реактора. Ядерные реакторы, охлаждаемые водой под давлением. Ядерные реакторы с жидкометаллическим теплоносителем. Принцип естественной циркуляции теплоносителя в кипящих реакторах.

Принципы обеспечения безопасности ЯЭУ. Пуск реактора, работа на мощности, останов. Автоматическое регулирование мощности. Аварийная защита реактора. Саморегулирование реактора. Системы аварийного охлаждения реакторов. Системы локализации аварий. Стратегия глубоко эшелонированной защиты. Физические барьеры безопасности. Активные и пассивные системы безопасности. Внутренне присущая активной зоне безопасность, основанная на законах природы. Естественная безопасность реакторов и ядерного топливного цикла.

Возобновляемая энергетика

Ветроэнергетика. Быстроходность ВЭУ, коэффициент использования ветра, теория идеального ветроколеса. Ветроэнергетический кадастр. Классы ветроэнергетических установок. Основное энергетическое и вспомогательное оборудование ВЭУ. Расчет минимальной высоты башни ВЭУ. Расчет мощности ВЭУ.

Солнечная энергетика. Солнечная постоянная. Теория фотоэлектрических преобразователей. Конструкция ФЭП. Методы получения «солнечного» кремния. Гетероструктуры. Солнечные коллекторы. Солнечные концентраторы. Призмаконы. Солнечные электростанции.

Малая гидроэнергетика. Классификация малых ГЭС. Классификация гидротурбин. Деривационная и плотинная схемы создания напора; схемы мини ГЭС; понтонная, наплавная и другие типы мини ГЭС; Типы гидросилового оборудования; микро ГЭС в мире и в России. Основное и вспомогательное оборудование малых ГЭС.

Геотермальная энергетика. Типы геотермальных месторождений. Основное и вспомогательное оборудование геотермальных ЭС. Схемы отбора и использования геотермальной энергии. Характеристики оборудования геотермальных ТЭС в России. Типы геотермальных ТЭС; схемы их функционирования; оборудование геотермальных ТЭС.

Биогазовые установки. Роль биомасс в топливном балансе мира, Европы, России. Состояние и тенденции развития биореакторостроения. Схема функционирования БГУ. Основные элементы конструкции БГУ. Оборудование биореакторов для переработки супержидких субстратов: анаэробный контактный реактор с отстойником; анаэробный фильтр или фильтр Мак-Карти; реактор с неподвижно закрепленной пленкой; реактор с неподвижным слоем ила и поступлением сырья снизу (реактор Леттинги). Рециркулярный биореактор Андрюхина Т. А.: обработка концентрированных вязких орг. отходов. Биореакторы многостадийной метангенерации. Транспортировка биоудобрений.

Тепловые насосы. Физические основы функционирования тепловых насосов. Источники низкопотенциального тепла для ТН. Устройство и классификация испарителей, конденсаторов и компрессоров ТН. Классификация хладагентов по температурам и давлению; международная классификация обозначений. Коэффициент эффективности теплового насоса. Международные модели применения ТН. Альтернативные однокомпонентные и многокомпонентные хладагенты. Хлорфторуглероды (ХФУ), гидрофторхлоруглероды (ГФХУ), гидрофторуглероды (ГФУ). Потенциал глобального потепления (GWP) и потенциал разрушения озона (ODP) хладагентов.

Методы экспериментального исследования

Методы экспериментального исследования процессов тепло- и массообмена.
Физическое подобие. Фундаментальные числа подобия. Методы экспериментального исследования полей температуры, давления, скорости, концентрации. Методы экспериментального исследования конвективного тепло- и массообмена. Оптимизация теплофизического эксперимента.

Типовые статистические методы обработки опытных данных. Получение экспериментальной зависимости. Оценка погрешности.

Элементы планирования эксперимента.

Системы автоматизации экспериментальных исследований.

3. Вопросы для вступительного испытания

- Основные газовые законы. Уравнение состояния идеального газа. Уравнения и графики основных термодинамических процессов идеального газа.
- Первый закон термодинамики и его записи через внутреннюю энергию и энтальпию. Уравнение первого закона термодинамики для потока.
- Понятие теплоемкости. Теплоемкость в адиабатическом процессе, изобарном и изохорном процессе.
- Формулировка второго закона термодинамики. Математическая запись.
- Цикл Карно и его коэффициент полезного действия.
- Цикл Ренкина на перегретом паре и его к.п.д. Способы повышения эффективности использования топлива в цикле Ренкина.
- Основной закон теплопроводности – закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Методика расчета теплового потока теплопроводностью через многослойную стенку.
- Виды конвекции. Основное уравнение конвективного теплопереноса – уравнение Ньютона. Коэффициент теплоотдачи, его размерность, методика определения.
- Теплообмен излучением. Закон Стефана-Больцмана.
- Коэффициент теплопередачи. Понятие термического сопротивления теплоотдачи, теплопроводности и теплопередачи.
- Теплообмен при кипении жидкости.
- Теплообмен при конденсации пара.
- Виды взаимодействия нейтронов с ядрами. Ядерные реакции. Рассеяние нейтронов. Реакция деления ядер.
- Физические особенности ядерных реакторов разных типов.
- Время жизни нейтронов. Запаздывающие и мгновенные нейтроны. Период разгона реактора.
- Коэффициент размножения нейтронов. Подкритическое, критическое и надкритическое состояния реактора.
- Реактивность. Эффекты и коэффициенты реактивности. Температурный, мощностной, паровой эффекты реактивности.
- Способы и органы регулирования реактивности. Кампания топлива, перегрузки.
- Отравление реактора ксеноном и самарием. Выгорание и воспроизводство ядерного топлива.
- Пуск реактора, работа на мощности, останов. Автоматическое регулирование мощности. Саморегулирование реактора.
- Стратегия глубоко эшелонированной защиты. Физические барьеры безопасности. Пассивные и активные системы безопасности.

- Одноконтурные, двухконтурные и трехконтурные схемы АЭС.
- Парогенераторы АЭС.
- Внутриконтурные устройства ЯЭУ. Образцы-свидетели корпусной стали.
- Тепловыделяющие элементы и тепловыделяющие сборки для различных типов ЯЭР. Картограмма загрузки активной зоны ЯЭУ. Перегрузка топлива.
- Виды ионизирующих излучений. Поглощенная, эквивалентная и эффективная доза облучения. Биологическое действие ионизирующего излучения. Нормы радиационной безопасности.
- Методы регистрации и дозиметрии ионизирующих излучений. Методы регистрации нейтронов.
- Коэффициенты линейного и массового ослабления. Слой половинного ослабления. Кратность ослабления.
- Методы экспериментального изучения процессов тепло- и массообмена. Физическое подобие. Числа подобия.
- Теплофизический эксперимент и методы обработки опытных данных. Элементы планирования эксперимента.
- Солнечные энергетические установки. Характеристики солнечного излучения.
- Солнечные фотоэлектрические преобразователи. Конструкция ФЭП. Методы получения «солнечного» кремния.
- Солнечные коллекторы. Солнечные электрические станции.
- Геотермальная энергетика. Тепловой режим земной коры. Месторождения геотермальных источников. Геотермальные электростанции.
- Ветроэнергетика. Ресурсы ветровой энергии. Виды преобразователей ветровой энергии. Ветроэлектрические станции.
- Малая гидроэнергетика. Классификация малых ГЭС и гидроагрегатов. Способы создания напора.

4. Критерии оценки знаний претендентов на поступление в аспирантуру по направлению подготовки 14.06.01 – «Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии»

Оценка ответов претендентов на поступление в аспирантуру по данному направлению производится по пяти балльной шкале и выставляется согласно критериям, приведенным в таблице.

Критерии оценки ответов претендентов при поступлении в аспирантуру

Оценка	Критерии
Отлично	1. Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. 2. Демонстрируются глубокие знания по дисциплине. 3. Делаются обоснованные выводы. 4. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее.
Хорошо	1. Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. 2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. 3. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия. 4. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов.
Удовлетворительно	1. Допускаются нарушения в последовательности изложения при ответе. 2. Демонстрируются поверхностные знания дисциплины. 3. Имеются затруднения с выводами. 4. Определения и понятия даны не чётко.
Неудовлетворительно	1. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определённой системы знаний по дисциплине. 2. Не даны ответы на дополнительные вопросы комиссии. 3. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях.

5. Список рекомендуемой литературы (основная и дополнительная)

Основная литература:

1. Базаров, Иван Павлович. Термодинамика : учебник / И. П. Базаров .— Изд. 5-е, стер. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2010 .— 384 с. : ил. ; 21 см .— (Учебники для вузов. Специальная литература) .— Тираж 1000 экз. — Предм. указ.: с. 374-376. — Библиогр. в примеч. — ISBN 978-5-8114-1003-3.
2. Баскаков, Альберт Павлович. Техническая термодинамика : учебное пособие / А. П. Баскаков, Е. Ю. Павлюк ; науч. ред. В. А. Мунц .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2010 .— 128 с. : ил., табл. ; 20 см .— Прил. содерж. справ. материал. — Библиогр.: с. 76 (4 назв.). — без грифа, 100 экз.
3. Кудинов, Анатолий Александрович. Тепломассообмен : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. А. Кудинов .— Москва : ИНФРА-М, 2012 .— 375 с. — (Высшее образование) .— Библиогр.: с. 358-359 (62 назв.). — ISBN 978-5-16-004729-4.

4. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем : учебное пособие. В 2 ч. Ч. 1 / А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяктов, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щеклеин; под общ. Ред. С.Е. Щеклеина, О.Л. Ташлыкова. – Екатеринбург : УрФУ, 2013. – 548 с.
5. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем : учебное пособие. В 2 ч. Ч. 2 / А.И. Бельтюков, А.И. Карпенко, С.А. Полуяктов, О.Л. Ташлыков, Г.П. Титов, А.М. Тучков, С.Е. Щеклеин; под общ. Ред. С.Е. Щеклеина, О.Л. Ташлыкова. – Екатеринбург : УрФУ, 2013. – 420 с.
6. Ташлыков, Олег Леонидович. Парогенераторы АЭС : учебник для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг" / О. Л. Ташлыков, А. И. Бельтюков ; науч. ред. С. Е. Щеклеин; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019 .— 302, [1] с. : ил. — (Учебник УрФУ / [редкол.: И. Ю. Плотникова (отв. ред.) и др.]) .— Библиогр.: с. 301-302 (17 назв.), библиогр. в примеч. — ISBN 978-5-7996-2675-4, 50 экз.
7. Ташлыков, Олег Леонидович. Основы ядерной энергетики : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг" / О. Л. Ташлыков; [науч. ред. С. Е. Щеклеин] ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, [Урал. энергет. ин-т] .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016 .— 212 с. : ил. — Библиогр.: с. 194-196 (24 назв.) .— ISBN 978-5-7996-1822-3, 200 экз.
8. Соколов, Александр Владимирович. Общая энергетика : учебное пособие / А. В. Соколов ; науч. ред. Ю. М. Голдобин ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : УрФУ, 2011 .— 147 с. : ил. — Библиогр.: с. 144 (7 назв.) .— ISBN 978-5-321-01740-1, 50 экз.
9. Новиков, Геннадий Абрамович. Обеспечение безопасности в области использования атомной энергии : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг" / Г. А. Новиков, О. Л. Ташлыков, С. Е. Щеклеин ; под общ. ред. Г. А. Новикова ; Урал. федер. ун-т им. первого-го Президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017 .— 552 с. : ил. — (Учебник УрФУ / [редкол: И. Ю. Плотникова (отв. ред.) и др.]) .— Библиогр.: с. 540-547, библиогр. в тексте .— ISBN 978-5-7996-2125-4.

Дополнительная литература

1. Баскаков, Альберт Павлович. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140100 - "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. П. Баскаков, В. А. Мунц .— Москва : БАСТЕТ, 2013 .— 368 с. : ил. — (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат) .— Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-903178-33-9.
2. Беспалов В.И. Лекции по радиационной защите [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Беспалов В.И. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2012. — 508 с. — Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442088>.
3. Брюханов, О.Н. Тепломассообмен : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Стр-во" / О. Н. Брюханов, С. Н. Шевченко .— Москва : ИНФРА-М, 2012 .— 464 с. : ил. — (Высшее образование. Бакалавриат) .— Библиогр.: с. 456-461 (119 назв.) .— ISBN 978-5-16-004803-1.

4. Данилов, Николай Игоревич. Основы энергосбережения : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 030500.19 - Проф. обучение (электроэнергетика, электротехника и электротехнологии / Н. И. Данилов, Я. М. Щелоков ; под общ. ред. Н. И. Данилова ; Правительство Свердл. обл., Ин-т энергосбережения .— Екатеринбург : Институт энергосбережения, 2008 .— 526 с. : ил., табл. ; 23 см .— Библиогр.: с. 488-197 (165 назв). — Допущено в качестве учебника .— ISBN 9785853833685.
5. Данилов, Николай Игоревич. Энциклопедия энергосбережения / Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков .— Екатеринбург : Сократ, 2002 .— 352 с. : ил. ; 20 см .— Библиогр.: с. 338-351 (112 назв.). — ISBN 5-88664-136-X : 200.00.
6. Дементьев, Борис Александрович. Кинетика и регулирование ядерных реакторов : Учеб. пособие для вузов / Б. А. Дементьев .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1986 .— 271 с.
7. Дементьев, Борис Александрович. Ядерные энергетические реакторы : Учеб. для вузов по специальности "Атом. электростанции и установки" / Б. А. Дементьев .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1990 .— 352 с. : ил. ; 22 см .— допущено в качестве учебника .— 1.10.
8. Денисов В.П., Драгунов Ю.Г. Реакторные установки ВВЭР для атомных электростанций. М.: ИздАТ, 2002, 480 с. .— ISBN 978-5-86656-133-6. — Режим доступа: http://elib.biblioatom.ru/text/denisov_reaktornye-ustanovki-vver_2002/go.0/
9. Кудинов, Василий Александрович. Техническая термодинамика : учеб. пособие для студентов вузов / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов .— Изд. 4-е, стер. — Москва : Высшая школа, 2005 .— 261 с. : ил. ; 21 см .— Библиогр.: с. 255 (20 назв.). — Рекомендовано в качестве учебного пособия .— ISBN 5-06-004344-4.
10. Маргулова, Тереза Христофоровна. Атомные электрические станции : учеб. для вузов по специальности "Атом. электростанции и установки", "Пр-во и монтаж оборуд АЭС", "Автоматизация теплоэнерг. процессов" / Т. Х. Маргулова .— 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Высшая школа, 1984 .— 304с. : ил. ; 22 м .— допущено в качестве учебника .— 1.20.
11. Мухин, Константин Никифорович. Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 1. Физика атомного ядра / К. Н. Мухин .— Изд. 7-е, стер. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2009 .— 384 с. : ил. ; 21 см. — ISBN 978-5-8114-0739-2.
12. Мухин, Константин Никифорович. Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 2. Физика ядерных реакций / К. Н. Мухин .— Изд. 7-е, стер. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2009 .— 336 с. : ил. ; 21 см.— ISBN 978-5-8114-0740-8.
13. Мухин, Константин Никифорович. Экспериментальная ядерная физика : учебник : [в 3 т.]. Т. 3. Физика элементарных частиц / К. Н. Мухин .— Изд. 6-е, испр. и доп. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2008 .— 432 с. : ил. ; 21 см .— ISBN 978-5-8114-0741-5.
14. Новиков, Иван Иванович. Термодинамика : учеб. пособие / И. И. Новиков .— Изд. 2-е, испр. — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2009 .— 589, [3] с. : ил. ; 21 см .— (Учебники для вузов, Специальная литература) .— Предм. указ.: с. 586-587. — без грифа .— ISBN 9785811409877.
15. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарные правила СанПиН 2.6.1.2523-09. М: Минздрав России, 2009. Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/56/56325/>

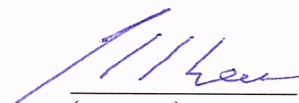
16. НП-001-2015. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии "Общие положения обеспечения безопасности атомных станций". – М.: ФБУ НТЦ ЯРБ, 2016. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293756/4293756900.htm>
17. Основные санитарные нормы обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99/2010 (санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.2612-10. М: Минздрав России, 2010. Режим доступа <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293816/4293816468.htm>
18. Райзер, Юрий Петрович. Введение в гидрогазодинамику и теорию ударных волн для физиков : [учебное пособие] / Ю. П. Райзер .— Долгопрудный : Интеллект, 2011 .— (Физтехковский учебник) .— ISBN 978-5-91559-084-6.
19. Сидоров, Анатолий Федорович. Избранные труды: Математика. Механика / А.Ф. Сидоров; Редкол.: А.М. Ильин (отв. ред.) и др. — М. : Физматлит, 2001 .— 576 с. : ил. ; 23 см .— Библиогр. в конце работ. Библиогр. опубл. работ: с. 558-570. — без грифа .— ISBN 5-922101-03-X : 120.00.
20. Телегин, Александр Семенович. Тепломассоперенос : учебник для вузов / А. С. Телегин, В. С. Швыдкий, Ю. Г. Ярошенко ; под ред. Ю. Г. Ярошенко .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Академкнига, 2002 .— 455 с. : ил. ; 22 см .— Библиогр.: с. 455 (4 назв.) .— ISBN 5-946280-20-1 : 270.00.
21. Физико-химические процессы в газовой динамике : справочник. Т. 3. Модели процессов молекулярного переноса в физико-химической газодинамике / В. М. Жданов, В. С. Галкин, О. А. Гордеев, И. А. Соколова ; под ред. С. А. Лосева .— Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012 .— 284 с. : ил. — Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-9221-1158-4.

6. Рекомендуемые Интернет-ресурсы

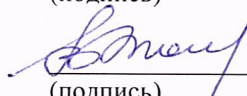
- Nuclear power. Портал учебных материалов по ядерной энергетике (англоязычный). Режим доступа: <https://www.nuclear-power.net/>
- Электронная библиотека «История Росатома». Режим доступа: <http://elib.biblioatom.ru/>
- International Renewable Energy Agency. Режим доступа: <https://www.irena.org/>
- Power Reactor Information System. Режим доступа: <https://pris.iaea.org/PRIS/>

Программу вступительного испытания в аспирантуру по направлению подготовки 14.06.01 – «Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии» разработали:

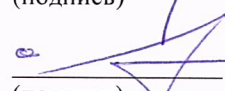
Зав. кафедрой АСиВИЭ, д-р техн. наук, профессор


(подпись) Щеклеин С.Е.

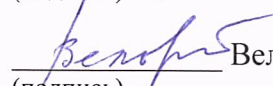
Зав. кафедрой технической физики, д-р техн. наук, доцент


(подпись) Токманцев В.И.

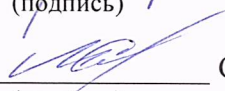
Доцент кафедры АСиВИЭ, к. техн. наук, доцент


(подпись) Ташлыков О.Л.

Профессор кафедры АСиВИЭ, д-р техн. наук, доцент

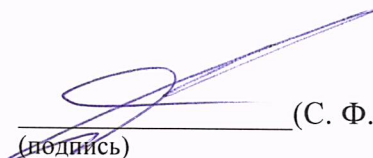

(подпись) Велькин В.И.

Доцент кафедры технической физики, к. техн. наук, доцент

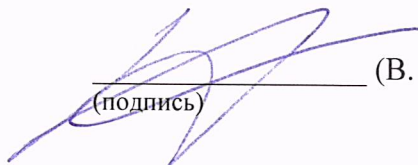

(подпись) Сутормина М.И.

Лист согласования

Директор Уральского энергетического института
(название института)


(подпись) (С. Ф. Сарапулов)

Директор Физико-технологического института
(название института)


(подпись) (В. Ю. Иванов)