

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОТЕХНИКА»,**

соответствующей направлению подготовки научно-педагогических
кадров в аспирантуре

13.06.01 Электро- и теплотехника
совокупности программ аспирантуры
с направленностями (профилями)

05.09.03 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ
05.14.04 ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2018**

Программа вступительного испытания по специальной дисциплине, соответствующей направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 13.06.01 Электро- и теплотехника, совокупности программ аспирантуры с направленностями (профилями): 05.09.03 Электрические комплексы и системы, 05.14.04 Промышленная теплоэнергетика, разработана на основании федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования уровней магистратуры и специалитета. Программа вступительного испытания одобрена на Совете электромеханического факультета.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОГРАММЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОТЕХНИКА»

Основной целью вступительного испытания в аспирантуру по специальной дисциплине является выявление компетенций в различных областях, таких как:

- понимание методологических основ дисциплины;
- знание общих основ электротехники, электромеханики, электроснабжения;
- знание фундаментальных понятий и принципов функционирования электротехнических комплексов и систем;
- знание научно-методологических и методических основ исследования, проектирования и эксплуатации электротехнических комплексов;
- знание современных методов обработки, систематизации и интерпретации результатов исследования электротехнических комплексов на математических и физических моделях;
- знание энергосберегающих методов производства, распределения и потребления электроэнергии в электротехнических комплексах;
- знание основных закономерностей и методов исследования энергетических и динамических процессов в электротехнических комплексах с учётом специфики характеристик машин и механизмов;
- знание основных закономерностей и методов исследования процессов теплообмена, горения топлива и промышленной энергетики.

СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОТЕХНИКА»

На вступительном испытании соискатель должен продемонстрировать основные компетенции, сформированные в результате освоения учебных дисциплин в высшем учебном заведении по программам специалитета, магистратуры.

Поступающий в аспирантуру должен:

знать особенности построения и функционирования электротехнических комплексов и систем и высказывать обоснованные суждения об их характеристиках и практическом использовании;

знать структуру, состав, технические требования к электротехническим комплексам и системам производственных машин и механизмов различного назначения;

знать уравнения состояния газа, первый закон термодинамики, газовые процессы, второй закон термодинамики, реальные газы, водяной пар, циклы компрессоров и тепловых двигателей, циклы холодильных машин, законы переноса теплоты и масс, теплопроводность через стенки, теплообмен при конвекции и фазовых превращениях, теплообмен излучением, уметь выполнять расчеты теплообменных аппаратов, знать характеристики энергетических топлив, уравнения сгорания и физико-химические основы горения топлива, процессы сгорания жидкого, газообразного и твердого топлива, теплоснабжение предприятий и экономия энергоресурсов, методы снижения энергопотерь и вредных выбросов в окружающую среду;

уметь делать обоснованные выводы о методах и алгоритмах эффективного управления электротехническими комплексами и системами;

уметь оценивать энергоэффективность электротехнических комплексов и систем и давать рекомендации по рациональному использованию электротехнического оборудования.

СТРУКТУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительное испытание включает:

- 1) Устные ответы на три вопроса из списка вопросов для вступительного испытания.
- 2) Беседа с членами экзаменационной комиссии по вопросам, связанным с научным исследованием соискателя.

1. РАЗДЕЛЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ, РАССМАТРИВАЕМЫЕ В ХОДЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

1.1. Введение.

Назначение, основные типы электротехнических комплексов и систем для обеспечения производственных технологических процессов. Основные технические требования по статике и динамике механических и электро-магнитных процессов в электрооборудовании и электромеханических комплексах. Понятия и требования по обеспечению электробезопасности, электромагнитной и электромеханической совместимости.

1.2. Электроснабжение и энергоэффективность электромеханических комплексов и систем

Требования и ряды напряжений питания электротехнических комплексов. Системы электроснабжения, структуры, состав. Защиты в системах электроснабжения. Требования и нормы по сопротивлению изоляции, системам заземления. Основы электромагнитной совместимости в сетях с нелинейными нагрузками. Методы обеспечения электромагнитной совместимости. Пассивные и активные фильтры.

1.3. Механические переходные процессы и механические характеристики электроприводов

Уравнения динамики механических процессов привода. Моменты инерции. Приведение моментов и моментов инерции к валу двигателя.

Основные типы статических нагрузок механизмов. Механические характеристики типовых механизмов.

1.4. Состав и структура электроприводов с различными типами электродвигателей

Электроприводы постоянного тока. Асинхронные электроприводы. Синхронные электроприводы. Электроприводы с использованием специальных двигателей (индукторные, шаговые).

Методы регулирования частоты вращения, механические характеристики электроприводов.

1.5. Методы, структуры и алгоритмы управления электроприводами

Алгоритмы логического управления. Дискретные системы логического программного управления. Алгоритмы оптимального управления координатами электропривода. Модальное управление. Синтез оптимальных регуляторов. Структуры подчиненного регулирования. Технические средства реализации систем логического управления.

1.6. Особенности и законы управления электроприводами переменного тока

Асинхронный электропривод. Законы частотного управления. Механические характеристики. Скалярное и векторное управление асинхронным приводом. Принципы преобразования координат и структура векторного управления.

Электроприводы с синхронными двигателями. Пуск и регулирование частоты вращения синхронных двигателей. Энергетические характеристики регулируемых электроприводов

1.7. Силовая электроника и полупроводниковые коммутаторы

Управляющие элементы силовой электроники. Типы и характеристики статических полупроводниковых преобразователей. Управляемые выпрямители. Активные выпрямители. Преобразователи частоты. Системы управления полупроводниковыми коммутаторами. Формирование формы кривой напряжения на выходе коммутатора.

1.8. Системы автоматического управления и алгоритмы САУ электромеханическими комплексами

Математическое описание и синтез САУ для линеаризованных объектов управления. Дискретные САУ. Разностные уравнения. Синтез алгоритмов управления дискретными системами. Требования к быстродействию вычислительных управляющих устройств.

1.9. Аппаратные средства реализации систем управления

Релейно-контакторные системы. Аналоговые САУ. Унифицированная блочная система регулирования (УБСР).

Микропроцессорные средства реализации алгоритмов САУ. Особенности и программное обеспечение.

1.10. Методы математического моделирования электротехнических комплексов и систем

Управление процессами в обобщенной электрической машине. Математическое описание электромашинно-вентильных систем с полупроводниковыми коммутаторами.

Принципы и методы анализа процессов в электротехнических комплексах с использованием программных средств Matlab и Mahtcad.

1.11. Электромеханическая совместимость в электротехнических комплексах, включающих электроприводы с полупроводниковыми коммутаторами

Понятие электромеханической совместимости. Влияние полупроводниковых преобразователей на характеристики двигателей. Технические и алгоритмические средства обеспечения электромеханической совместимости.

1.12. Энергосбережение и энергоэффективность электротехнических комплексов и систем

Рациональные схемы электроснабжения и распределения электроэнергии. Оценка и средства повышения коэффициента мощности и коэффициента нелинейных искажений. Электросбережение средствами электропривода. Оценка эффекта энергосбережения для комплексов турбомеханизмов.

1.13. Особенности структуры, состава и алгоритмов управления для машин и механизмов горной промышленности

Требование к электроприводам экскаваторов, подъемных машин, буровых объектов, комбайнов. Рациональные структуры и алгоритмы энергоэффективного управления электротехническими комплексами.

1.14. Особенности структуры, состава и алгоритмов управления для машин и механизмов нефтегазовой промышленности

Требование к электротехническим комплексам буровых установок, насосов, газонагнетателей, технических средств освоения шельфа. Рациональные структуры и алгоритмы энергоэффективного управления электротехническими комплексами.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК К РАЗДЕЛУ 1

Основная литература

1. М.П.Белов, О.И. Зементов, А.Е. Козярук и др., Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации. М.: Академия, 2006 г.
2. Н.Ф. Ильинский, Основы электропривода. М.: Издательство МЭИ, 2000 г.
3. С.А. Ковчин, Ю.А. Сабинин, Теория электропривода. СПб: Энергоатомиздат, 1994 г.
4. И.Я. Брославский, Э.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков, Энергосберегающий асинхронный электропривод. М.: Академия, 2004 г.
5. Б.Г. Меньшов, М.С. Ершов, А.Д. Яризов, Электротехнические установки и комплексы в нефтегазовой промышленности. М.: Недра, 2000 г.

Дополнительная литература

1. Б.И. Фираго, Л.Б. Павлячик, Регулируемые электроприводы переменного тока. Минск. ЗАО «Техноперспектива», 2006 г.
2. А.В. Ляхомский, В.Н. Фащиленко, Управление электромеханическими системами горных машин. М.: МГГУ, 2004 г.
3. Энергосбережение и автоматизация электрооборудования компрессорных станций. ОАО «Гипрогазцентр», Нижний Новгород, 2010 г.
4. А.Е. Козярук, В.В. Рудаков, Прямое управление моментом в электроприводе переменного тока машин и механизмов горного производства. СПб: СПГГМ, 2008 г.

2. РАЗДЕЛЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ, РАССМАТРИВАЕМЫЕ В ХОДЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

2.1. Техническая термодинамика

2.1.1. Уравнения состояния газа. Первый закон термодинамики

Термодинамическая система и ее взаимодействие с окружающей средой. Параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние. Законы идеальных газов. Термодинамический процесс. Газы и газовые смеси, уравнение состояния Клапейрона-Менделеева. Теплоемкость. Зависимость теплоемкости от температуры и термодинамического процесса. Теплоемкость смеси газов. Работа, теплота, внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Энтальпия. Энтропия. p - v и T - s диаграммы.

2.1.2. Газовые процессы. Второй закон термодинамики

Термодинамические процессы изменения состояния рабочего тела. Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Изображение процессов в p - v и T - s координатах.

2.1.3. Реальные газы, водяной пар. Истечение газа и пара через сопла

Реальные газы, водяной пар, p - v , T - s и h - s диаграммы водяного пара. Параметры влажного пара. Процессы в реальных газах и парах. Уравнение первого закона для потока рабочего тела. Истечение газа и пара через сопла.

2.1.4. Циклы компрессоров и тепловых двигателей. Циклы холодильных машин

Термодинамический анализ процессов в компрессорах. Индикаторная диаграмма. Многоступенчатое сжатие в компрессорах. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Тепловые процессы в двигателях. Индикаторная мощность двигателя. Эффективная мощность двигателя. Механический и эффективный КПД двигателя. Удельный, индикаторный и эффективный расходы топлива. Энергетический баланс ДВС. Особенности рабочих процессов в двигателях, работающих на газообразном топливе. Показатели экономичности работы ДВС. Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Изображение циклов ДВС ГТУ в P - v и T - s диаграммах.

2.2. Теория тепломассообмена

2.2.1. Законы переноса теплоты и массы

Основные понятия и определения теории теплообмена. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициенты теплопроводности и температуропроводности. Конвективный теплообмен (теплоотдача). Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи, его зависимость от различных факторов. Теплообмен излучением. Законы излучения.

2.2.2. Теплопроводность через стенки

Теплопроводность при стационарном режиме плоской и цилиндрической стенок. Тепловой поток и температурное поле плоской и цилиндрической стенок с граничными условиями I и III рода.

Тепловой поток и температурное поле в телах с внутренним источником теплоты. Тепловой поток и температурное поле в ребренной поверхности.

2.2.3. Теплообмен при конвекции и фазовых превращениях

Основы теории подобия. Опытное и расчетное определение коэффициента теплоотдачи. Теплоотдача при вынужденном и свободном движении жидкости. Теплообмен при кипении и конденсации жидкости. Теплообмен при фазовых превращениях и на границе раздела фаз.

2.2.4. Теплообмен излучением. Расчеты теплообменных аппаратов

Лучистый теплообмен между твердыми телами, в газовых средах, между газом и стенкой. Экранирование тел.

Виды сложного теплообмена. Суммарная плотность теплового потока и коэффициент теплопередачи. Интенсификация теплообмена. Испарение со свободной поверхности, неподвижной капли и капли при вынужденной конвекции.

Теплопередача в тепловых двигателях с жидкостным и воздушным охлаждением. Теплообмен в поршневых ДВС.

Типы и основы теплового расчета теплообменных аппаратов. Уравнение теплопередачи и теплового баланса в тепловом расчете теплообменных аппаратов. Особенности расчета радиаторов охлаждения жидкости и масла в поршневых ДВС.

2.3. Топливо и теория горения

2.3.1. Характеристики энергетических топлив

Виды органических топлив, применяемых в теплоэнергетике. Состав и характеристики твердого, жидкого и газового топлива. Условное топливо и виды искусственных топлив.

2.3.2. Уравнения сгорания и физико-химические основы горения топлива

Стехиометрические соотношения горения компонентов топлива. Количество воздуха теоретически необходимое для полного сжигания топлива. Коэффициент избытка воздуха. Объемы и состав продуктов сгорания. Уравнения полного и неполного сгорания. Уравнения теплового баланса процесса горения. Тепловые и температурные характеристики продуктов сгорания.

Общая характеристика процесса сгорания. Элементы кинетики реакций горения: параметры смесей и реакций, скорость и теплота реакции, закон Аррениуса и константа равновесия. Цепная теория процесса сгорания. Тепловое самовоспламенение. Возникновение и распространение пламени. Ламинарное,

диффузионная и турбулентная зоны горения факела. Стабилизация пламени и процесса сгорания.

2.3.3. Процессы сгорания жидкого, газообразного и твердого топлива

Процессы распыливания и испарения топлива. Образование рабочей смеси, ее воспламенение и горение. Образование оксидов азота, оксидов углерода, различных углеводородов, сажи, оксидов серы и других соединений. Расчет процесса горения топлива. Материальный и тепловой балансы процесса горения. Способы интенсификации сжигания топлива.

2.4. Промышленная теплоэнергетика

2.4.1. Теплоснабжение предприятий и экономия энергоресурсов

Принципы и схемы теплоснабжения. Централизованные и децентрализованные, закрытые и открытые системы теплоснабжения. Гидравлический и тепловой расчеты теплотрасс. Методы учета и контроля расходы теплоты. Источники вторичных энергоресурсов (ВЭР). Утилизация теплоты отработавших газов, испарительного охлаждения, технологических продуктов и отходов производства. Схемы теплообменников и котлов – утилизаторов.

Основные виды биотоплива. Установки для получения искусственного газа и теплоты от сжигания промышленных и бытовых отходов.

2.4.2. Снижение энергопотерь и вредных выбросов в окружающую среду

Использование теплоты низкого потенциала тепловыми насосами, детандер-генераторными, тепловыми трубами. Системы аккумулирования теплоты. Определение объемов выхода и экономии от использования ВЭР.

Виды токсичных газов выбросов и доли выбросов в окружающую среду отраслями промышленности. Очистка газовых выбросов от золы, пыли и твердых частиц. Уменьшение токсичных выхлопных газов тепловых двигателей. Тепловое загрязнение водоемов и атмосферы.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК К РАЗДЕЛУ 2

Основная литература

1. Теплотехника. Под. Ред. В. Н. Луканина. – 5-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2005. – 571 с.
2. Михеев М.А. Основы теплопередачи. – Минск: Высшая школа А, 2010. – 320 с.
3. Поршаков Б.П. Основы термодинамики и теплопередачи. Учебно-методическое пособие. – М.: Нефть и газ, 2002. – 132 с.
4. Аршава Н. В. Функция состояния термодинамических систем и функции термодинамических процессов. – Ухта: Изд. УГТУ, 2003. – 56 с.
5. Аршава Н. В. Второй закон термодинамики. – Ухта: Изд. УГТУ, 2005. – 70 с.
6. Кудинов В. А. Техническая термодинамика. – 3-е изд. испр. – М.: Высшая школа, 2003. – 261 с.

7. Теплотехника: Учеб. для вузов / А. П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт и др.; Под ред. А. П. Баскаков. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: ООО «ИД «БАС-ТЕТ», 2010. – 328 с.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

Библиотеки

Библиотека Горного университета	www.spmi.ru/node/891
Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Российская национальная библиотека	www.nlr.ru
Библиотека Академии наук	www.ras.ru
Библиотека по естественным наукам РАН	www.benran.ru
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	www.viniti.ru
Государственная публичная научно-техническая библиотека	www.gpntb.ru
Научная библиотека Санкт-Петербургского государственного университета	www.geology.pu.ru/library/
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	elibrary.ru

Специальные интернет-сайты

Геоинформмарк	www.geoinform.ru
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	window.edu.ru/window/library?p_rubr=2.2.74.9
База нормативной документации	www.complexdoc.ru