

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Объединенный институт высоких температур
Российской академии наук**

Принято на Ученом совете
ОИВТ РАН
Протокол № 5 от 21.06.2022



«Утверждаю»
Директор ОИВТ РАН

_____ академик Петров О.Ф.

_____ 2022 год

ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности

2.4.5 «Энергетические системы и комплексы»

по техническим наукам

Направление подготовки «Электро- и теплоэнергетика» 13.06.01

Москва

2022 год

Введение

В основу настоящей программы положены дисциплины направлений «Теплоэнергетика» и «Электроэнергетика», связанных с системными исследованиями региональных теплоэнергетических комплексов, оптимизацией структуры и режимов работы комплексов, решением проблем рационального использования энергетических ресурсов.

Программа составлена на основе паспорта соответствующей научной специальности номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 24 февраля 2021г. №118.

1. Разработка научных основ (подходов) исследования общих свойств и принципов функционирования и методов расчета, алгоритмов и программ выбора и оптимизации параметров, показателей качества и режимов работы энергетических систем, комплексов, энергетических установок на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии в целом и их основного и вспомогательного оборудования

Классификация больших систем энергетики: понятие об их природе и основных свойствах. Особенности систем энергетики и энергетических комплексов как объектов исследования и управления.

Основные проблемы развития энергетических систем и комплексов; принципы их построения и перспективы объединения в единую электроэнергетическую систему. Характерные графики электрической и тепловой нагрузок, методы выбора топливной базы электростанций и энергетических комплексов; комплексный выбор структуры электрических мощностей; типы электрических станций и их размещение; схема электрических связей (совместно с выбором общей схемы топливно-энергетических связей в стране). Показатели качества энергии.

Схемы энергоснабжения, их основные элементы, методы расчета. Особенности выбора комбинированной и раздельной схем энергоснабжения при использовании органического топлива, ядерного горючего и возобновляемых источников энергии; влияние на эти решения особенностей схем энергоснабжения и топливоснабжения. Теплофикационные, теплоснабжающие системы и методы выбора оптимальных параметров; энергетические балансы предприятий, основы нормирования расходов топлива и энергии. Выбор схем энергоснабжения территориально-производственных комплексов, промышленных центров, крупных предприятий.

2. Математическое моделирование, численные и натурные исследования физико-химических и рабочих процессов, протекающих в энергетических системах и установках на органическом и альтернативных топливах и возобновляемых видах энергии, их основном и вспомогательном оборудовании, общем технологическом цикле производства электрической и тепловой энергии.

Системные исследования, математические и физические модели, средства вычислительной техники как научный инструмент современных исследований в энергетике.

Основные методы и средства изучения и оптимального управления системами энергетики (их функционирования и развития). Основные применения математических методов управления.

Концепция построения автоматизированных систем управления в энергетике и их характерные особенности. Основы сочетания формализованных методов с активной ролью человека.

Общая методика термодинамического анализа циклов теплоэнергетических установок. Общие методы повышения термодинамической эффективности циклов.

3. **Разработка, исследование, совершенствование действующих и освоение новых технологий и оборудования для производства электрической и тепловой энергии, использования органического и альтернативных топлив; возобновляемых источников энергии; водоподготовка и водно-химические режимы на тепловых электростанциях; способы снижения негативного воздействия на окружающую среду, повышение надежности и ресурса элементов энергетических систем, комплексов и входящих в них энергетических установок.**

Паровые теплоэнергетические установки. Повышение эффективности циклов паротурбинных установок конденсационного типа. Показатели эффективности ТЭЦ и энергосистемы в целом. Особенности реальных циклов паротурбинных установок.

Газотурбинные установки (ГТУ). Простейшие циклы ГТУ, Работа сжатия в компрессоре и ее уменьшение, сложные циклы ГТУ.

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Общие принципы действия поршневых ДВС, термодинамический анализ циклов ДВС. Принципы действия реактивных двигателей; их циклы.

Комбинированные теплоэнергетические установки. Общие принципы комбинированных циклов, циклы парогазовых установок. Сложные высокотемпературные циклы с использованием ГТУ, МГД-генераторов, топливных элементов.

Атомные теплоэнергетические установки. Особенности выбора циклов АЭС. Термодинамические циклы АЭС на жидком (паровом) и газовом теплоносителях.

Холодильные машины и тепловые насосы. Циклы газовых компрессорных термотрансформаторов. Циклы паровых холодильных установок и тепловых насосов. Перспективы использования тепловых насосных установок в составе энергетических комплексов при совместной выработке электроэнергии и тепла.

4. Разработка научных подходов, методов, алгоритмов, технологий конструирования и проектирования, контроля и диагностики, оценки надежности основного и вспомогательного оборудования энергетических систем, станций и энергокомплексов и входящих в них энергетических установок.

Методические основы комплексного выбора схем и оптимальных параметров основных теплоэнергетических установок. Влияние режима использования энергетических систем на принятие оптимальных решений. Показатели надежности работы энергетических установок и систем. Способы обеспечения заданной надежности. Выбор оптимальных решений с использованием критерия надежности.

Методы выбора оптимальных систем прямого получения электроэнергии; их термодинамическая, энергетическая и технико-экономическая оценка.

5. Разработки и исследования в области энергосбережения и ресурсосбережения при производстве тепловой и электрической энергии, при транспортировке тепловой, электрической энергии и энергоносителей в энергетических системах и комплексах.

Комплексные методы выбора запасов топлива (для многолетнего и сезонного регулирования топливоснабжения), резервов энергетических мощностей, газохранилищ, водохранилищ. Понятие расчетной обеспеченности электро-, тепло- и топливоснабжения и основы их выбора.

Методы технико-экономических расчетов в энергетике. Расчет технико-экономических показателей добычи (производства), транспорта и использования различных видов топлив и энергии, роль замыкающих затрат на топливо и энергию, методы технико-экономических расчетов в энергетике для непрерывно развивающихся систем и при использовании неоднозначной исходной информации. Комплексное использование топлива

с одновременной выработкой электроэнергии и другой ценой товарной продукции как реальный путь снижения стоимости конечного продукта.

6. Теоретический анализ, экспериментальные исследования, физическое и математическое моделирование, проектирование энергоустановок, электростанций и энергетических комплексов, функционирующих на основе преобразования возобновляемых видов энергии (энергии водных потоков, солнечной энергии, энергии ветра, энергии биомассы, энергии тепла земли и других видов возобновляемой энергии) с целью исследования и оптимизации их параметров, режимов работы, экономии ископаемых видов топлива и решения проблем экологического и социально--экономического характера.

Технические и экономические основы использования возобновляемых источников энергии (геотермальной, ветровой, солнечной и т.д.). Основы энергетического и комплексного использования водных ресурсов. ГЭС в составе электроэнергетических систем. Гидроаккумулирующие электростанции. Основы выбора оптимальных параметров ГЭС. Циклы теплоэнергетических установок на возобновляемых источниках энергии.

Солнечные установки. Океанические ЭС. Геотермальные ТЭС. Термоядерные электрические станции.

7. Исследование влияния технических решений, принимаемых при создании и эксплуатации энергетических систем, комплексов и установок на их финансово-экономические и инвестиционные показатели, региональную экономику и экономику природопользования.

Методы оценки эффективности решений при взаимозаменяемости видов топлива и энергии. Проблема экономии ресурсов и средства в энергетике. Главные технические пути решения проблемы.

Экологические проблемы энергетики. Влияние энергетических объектов на окружающую среду Виды воздействий и их последствия, методы оценки и нормативы. Технические возможности снижения вредных выбросов в атмосферу и почву.

Основная литература

1. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 г. Электронный ресурс. Доступно по ссылке: <http://static.government.ru/media/files/w4sigFOiDjGVDYT4IgsApssm6mZRb7wx.pdf>.
2. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. М., МЭИ, 2008. 496 с.
3. Фортов В.Е., Попель О.С. Энергетика в современном мире. М.: Интеллект, 2011.
4. Баранов Н.Н. Системы электроснабжения с нетрадиционными источниками энергии. Учебное пособие. М., Изд. дом МЭИ. 2013, 32 с. ВМ 978-5-7046-1369-5.
5. Паровые турбины и газотурбинные установки для электростанций: учебное пособие для вузов/А.Г. Костюк, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний – М.: Издательский дом МЭИ. 2019.
6. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: учебное пособие. А.да Роза; пер. с англ. Д.О.Лазарев, Д.В.Ефимов, С.В.Киселева, В.А.Синельщиков. /Под редакцией С.П.Малышенко, О.С.Попеля. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект»; М.: Издательский дом МЭИ; 2010. – 704 с.
7. Елистратов В.В. Возобновляемая энергетика/В.В. Елистратов. – 3-е изд. доп. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. -424 с. Доступно по ссылке: <http://elib.spbstu.ru/dl/2/s16-145.pdf/view>.
8. Основы солнечной теплоэнергетики. Учебно-справочное руководство / Даффи Дж., Бекман У., пер. с англ. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект» 2013 – С. 64-167.
9. Стационарные энергетические установки с топливными элементами: материалы, технологии, рынки. Бредихин С.И., Голодницкий А.Э., Дрожжин О.А., Истомин С.Я., Ковалевский В.П., Филиппов С.П. - М., 2017, НТФ "Энергопрогресс" Корпорации "ЕЭЭК" - 392 с. ISBN: 978-5-905918-06-3.
10. Технология термодинамического моделирования. Редукция моделей движения к моделям покоя / Б.М. Каганович, А.В. Кейко, В.А.

Шаманский и др.; Под ред. С.П. Филиппова. - Новосибирск: Наука, 2010. - 236 с.

11. Надёжность и эффективность современного электроснабжения: монография / Б.В. Папков, П.В. Илюшин, А.Л. Куликов. – Нижний Новгород: Научно-издательский центр «XXI век», 2021. – 160 с.

12. Системные исследования в энергетике: методология и результаты// Под ред. А.А. Макарова и Н.И. Воропая. — М.: ИНЭИ, Издательский дом МЭИ, 2018. — 309 с. ISBN 978-5-383-01306-9.

13. Копылов А.Е. Экономика ВИЭ. Издание 2-е, переработанное и дополненное. 2017.

Дополнительная литература

1. Е.С. Панаева Электростанции на биотопливе (биомассе). –М.: Русайнс, 2016. – 340 с.

2. Филиппов С.П., Дильман М.Д., Ионов М.С. Эффективность использования тепловых насосов для теплоснабжения малоэтажной застройки // Теплоэнергетика, 2011, № 11, с. 12-19.

3. Макаров А.А. Системные исследования развития энергетики / курс лекций. М.: Издательский дом МЭИ, 2015.

4. Методы интеллектуального управления распределенными энергоресурсами на базе цифровой платформы / Илюшин П.В., Ковалев С.П., Куликов А.Л., Небера А.А., к.т.н. Непша Ф.С. // НТФ "Энергопрогресс" (г. Москва), 2021.

5. Особенности расчетов режимов в энергорайонах с распределенной генерацией / Ю.Е. Гуревич, П.В. Илюшин. - Н. Новгород: НИУ РАНХиГС, 2018. – 280 с. ISBN 978-5-00036-226-6.

СОГЛАСОВАНО:

Ученый секретарь ОИВТ РАН, д.ф.-м.н.

Амиров Р.Х.

Заведующая аспирантурой, к.ф.-м.н.

Мартынова И.А.