Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

**Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева**

Сибирского отделения Российской академии наук

(ИСЭМ СО РАН)

 УТВЕРЖДАЮ

 директор

чл.-корр. РАН

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Н.И. Воропай

 «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2012 г.

 ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Отрасль науки: 05.00.00 – Технические науки

Группа специальностей: 05.14.00 - Энергетика

Специальность 05.14.01 – Энергетические системы и комплексы

 Наименование степени / квалификации - Кандидат наук

Иркутск 2012

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 16 марта 2011 года № 1365 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования(аспирантура)», основании письма Минобрнауки РФ № ИБ-733/12 от 22 июня 2011 года «О формировании основных образовательных программ послевузовского профессионального образования» и на основе программы, разработанной экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации комиссии по энергетике, электрификации и энергетическому машиностроению при участии Объединённого института высоких температур РАН

Программу составил доктор технических наук, профессор Клер Александр Матвеевич, заведующий Отделом теплосиловых систем ИСЭМ СО РАН.

24 октября 2012 г. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 подпись

Программа обсуждена на заседании Ученого совета ИСЭМ СО РАН 5 июля 2012 г., протокол № 6.

Введение

Цель экзамена - установить глубину профессиональных знаний соискателя ученой степени, уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

1. Содержание кандидатского экзамена по специальности.

На кандидатском экзамене аспирант (соискатель) должен продемонстрировать умение пользоваться знаниями и умениями, приобретенными в ходе освоения профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования по направлению подготовки 05.14.01 – Энергетические системы и комплексы.

1.1. Энергетика в современном мире

Основные закономерности и тенденции развития энергетики и электрификации.

Природные энергетические ресурсы мира и его основных регионов. Характеристики направлений их использования.

Главные особенности мирового энергетического баланса и развития электрификации по основным регионам. Особенности существующего состояния энергетики мира и перспективы ее развития в первой половине ХХI века.

Состояние и направления совершенствования энергетического баланса и электрификации в России. Основные изменения в области производства и передачи природных энергетических ресурсов, их переработки, потребления электрической и тепловой энергии, прямого расхода топлива.

Основные объективные тенденции развития энергетики и электрификации в России и за рубежом. Пропорции развития энергетики и электрификации, энерговооруженность труда. Структура конечного потребления энергии. Структура добычи, переработки, транспорта и использования энергетических ресурсов. Роль нетрадиционных видов энергии в энергетическом балансе, основные направления энергосбережения. Тенденция создания децентрализованных источников энергоснабжения, критерии эффективности.

Оптимизация структуры топливно-энергетического комплекса России и основных регионов; проблема выбора рациональных энергоносителей и направления ее решения. Методы оценки эффективности решений при взаимозаменяемости видов топлива и энергии. Энергетическая стратегия России до 2020 г.

Главные направления научно-технического прогресса в энергетике и электрификации и их эффективность, влияние региональных факторов. Особенности развития крупных систем и комплексов в электроэнергетической, газо-, тепло- и нефтеснабжающей отраслях, в ядерной энергетике и угольной промышленности. Создание энергетических комплексов.

Проблема экономии ресурсов и средств в энергетике. Главные технические пути решения проблемы. Использование возобновляемых источников энергии, потенциал энерго- и ресурсосбережения.

1.2. Комплексные проблемы энергетики

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 в увязке с оптимизацией общего энергетического баланса страны; комплексный выбор структуры электрических мощностей, типы электрических станций и их размещение; схемы 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.

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.

1.3. Термодинамика теплоэнергетических установок

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

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 комбинирования циклов, циклы парогазовых установок. Сложные высокотемпературные циклы с использованием ГТУ, МГД-генераторов, топливных элементов и т.п.

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

Холодильные машины и тепловые насосы энергетики. 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.

Циклы теплоэнергетических установок на возобновляемых источниках энергии.

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

1.4. Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов

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. Основы энергетического и комплексного использования водных ресурсов. ГЭС в составе электроэнергетических систем. Гидроаккумулирующие электростанции. Основы выбора оптимальных параметров ГЭС.

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.

Технические и экономические основы использования возобновляемых источников энергии (геотермальной, ветровой, солнечной и т.п.).

1.5. Методы системных исследований в энергетике и их приложения

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

Основные методы и средства изучения и оптимального управления (функционированием, развитием) системами энергетики. Основы применяемых математических методов.

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

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

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 ценной товарной продукции как реальный путь снижения стоимости конечного продукта.

1.6. Дополнительная программа

Концепция интеллектуальной энергосистемы. Особенности развития интеллектуальной энергосистемы в России и за рубежом

Концепция виртуальных электростанций

Интеграция возобновляемых источников энергии в электрическую сеть. Требования по присоединению возобновляемых источников.

Проблемы функционирования возобновляемых источников в электросети. Механизмы стимулирования возобновляемой электроэнергетики.

Электрические накопители энергии. Необходимость использования накопителей энергии. Методы технико-экономических расчетов накопителей.

Ветровая электроэнергетика. Устройство ветроэнергетической установки. Режимы работы. Проблемы интеграции ветроустановок в электрическую сеть.

Фотоэлектрические системы. Основные понятия фотоэлектрического преобразования. Устройство фотоэлектрической системы.

2. Структура кандидатского экзамена по специальности.

Кандидатский экзамен по специальности проводится в форме собеседования с аттестуемым по теме сообщения. Собеседование происходит в течении 30 – 40 минут.

*Итоговая* оценка за экзамен выставляется по пятибалльной шкале.

3. Критерии оценки:

*“5”* –«*отлично*» *-* ответ полный, глубокий, демонстрирующий высокий уровень профессиональной компетентности соискателя ученой степени и подготовленности аттестуемого к самостоятельной научно-исследовательской работе.

*“4”* – «*хорошо*» - ответ полный, демонстрирующий хороший уровень профессиональной компетентности соискателя ученой степени и подготовленности аттестуемого к самостоятельной научно-исследовательской работе.

*“3”* – «*удовлетворительно*» - ответ неполный, но демонстрирующий достаточный уровень профессиональной компетентности соискателя ученой степени и подготовленности аттестуемого к самостоятельной научно-исследовательской работе.

«2» – «*неудовлетворительно*» - ответ неполный, демонстрирующий недостаточный уровень профессиональной компетентности соискателя ученой степени и неподготовленность аттестуемого к самостоятельной научно-исследовательской работе.

4. Рекомендуемое информационное обеспечение

1. Новая энергетическая политика России. М.: Энергоатомиздат, 1995.
2. Энергетическая политика России на рубеже веков. Т. 1, 2. М.: ЗАО «Папирус ПРО», 2001.
3. Аминов Р.З. Векторная оптимизация режимов работы электростанций. М.: Энергоатомиздат, 1994.
4. Андрющенко А.И. Основы термодинамических циклов теплоэнергетических установок. 2-е изд. М.: Высш. шк., 1997.
5. Андрющенко А.И., Аминов Р.З., Хлебалин Ю.М. Теплофикационные установки и их использование. М.: Высш. шк., 1989.
6. Мелентьев Л.А. Оптимизация, развитие и управление большими системами энергетики. М.: Высшая школа, 1982.
7. Мелентьев Л.А. Системные исследования в энергетике. М.: Наука, 1983.
8. Методы исследования и управления системами энергетики. Новосибирск: Наука, 1987.
9. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию проектных решений в энергетике при неоднозначности исходной информации. Москва-Иркутск, 1987.
10. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. М.: Издание, 1994.
11. Экономико-математические методы и модели принятия решений в энергетике. Л.: Изд-во ЛГУ, 1991.

Дополнительная литература

1. Машиностроение: Энциклопедия. Т. 1, 2. Теоретическая механика. Термодинамика. Теплообмен /Под общ. ред. К.С. Колесникова, А.И. Леонтьева. М.: Машиностроение, 1999.
2. Теплоэнергетика и теплотехника (справочная серия). В 4 кн. Кн. 2: Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент. М.: Изд-во МЭИ, 2001.
3. [www.ntc-power.ru](http://www.ntc-power.ru) “НТЦ ФСК ЕЭС”
4. [www.fsk-ees.ru](http://www.fsk-ees.ru) ОАО “ФСК ЕЭС”
5. A. Orths: Multikriterielle, optimale Planung von Verteilungsnetzen im liberalisierten Energiemarkt unter Verwedung von Spieltheoretischen Verfahren. ISBN: 3-929757-57-5 Published MaFo Books
6. Безруких П.П. Использование энергии ветра. Техника. Экономика. Экология.- М.:Колосс, 2008
7. [Арриллага Дж. Гармоники в электрических системах](http://www.twirpx.com/file/153929/) .- М.: Энергоатомиздат, 1990.
8. Кобец Б. Б., Волкова И. О.Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. — М.: ИАЦ Энергия, 2010.
9. Голицин М.В. Альтернативные энергоносители. – М.:Наука, 2004
10. Ольховский Г.Г. Энергетические газотурбинные установки.- М.:Энергоатомиздат, 1985
11. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах.- М.:ВШ, 1985