



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «КГЭУ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по развитию и инновациям


И.Г. Ахметова
«28» апреля 2022 г.


ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по научной специальности

2.4.5 «Энергетические системы и комплексы»

по техническим наукам

для обучающихся по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров (в аспирантуре) и для лиц, прикрепленных для сдачи кандидатского экзамена

I. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

В основу программы положены содержание учебных дисциплин учебного плана по образовательной программе 2.4.5 – Энергетические системы и комплексы.

Программа кандидатского экзамена состоит из основной и дополнительной частей. Основная часть базируется на содержании паспорта научной специальности и содержит 5 разделов: «Энергетика в современном мире», «Комплексные проблемы энергетики», «Термодинамика теплоэнергетических установок», «Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов», «Методы системных исследований в энергетике и их приложения».

В программу включен список вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену и список литературы, который может быть расширен и дополнен с учетом глубины изучения вопросов и происходящих изменений в науке, системе образования, обществе и государстве.

Дополнительная программа кандидатского экзамена составляется аспирантом (прикрепленным лицом) совместно с научным руководителем в соответствии с содержанием диссертационного исследования и утверждается на Ученом совете профильного института до даты проведения экзамена.

II. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ЭКЗАМЕНА

Раздел 1. Энергетика в современном мире

Основные закономерности и тенденции развития энергетики и электрификации.

Основные 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 их перспективы в первой половине XXI 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 2020г.

Главные направления научно-технического прогресса в энергетике и электрификации и их эффективность, влияние региональных факторов. Особенности развития крупных систем и комплексов в электроэнергетической, газоснабжающей, теплоснабжающей 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.

Раздел 2. Комплексные проблемы энергетики

Основные комплексные 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 отдельной 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.

Раздел 3. Термодинамика теплоэнергетических установок

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

Паровые теплоэнергетические установки. Повышения 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.

Раздел 4. Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов

Методические основы комплексного выбора схем и оптимальных параметров основных теплоэнергетических установок. Влияние режима использования энергетических систем на оптимальные решения. 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.).

Раздел 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 их стоимости конечного продукта.

III. ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ

1. Основные закономерности и тенденции развития энергетики и электрификации.
2. Основные природные энергетические ресурсы мира и его основных регионов. Характеристики направлений их использования.
3. Главные особенности мирового энергетического баланса и развития электрификации по основным регионам.
4. Особенности существующего состояния энергетики мира и их перспективы в первой половине XXI века.

5. Состояние и направления совершенствования энергетического баланса и электрификации в России.

6. Основные изменения в области производства и передачи природных энергетических ресурсов, их переработки.

7. Потребления электрической и тепловой энергии, прямого расхода топлива.

8. Основные объективные тенденции развития энергетики и электрификации в России и за рубежом.

9. Пропорции развития энергетики и электрификации, энерговооруженность труда. Структура конечного потребления энергии.

10. Структура добычи, переработки, транспорта и использования энергетических ресурсов. Роль нетрадиционных видов энергии в энергетическом балансе, основные направления энергосбережения:

11. Тенденция создания децентрализованных источников энергоснабжения, критерии эффективности.

12. Оптимизация структуры топливно-энергетического комплекса России и основных регионов; проблема выбора рациональных энергоносителей и направления ее решения.

13. Методы оценки эффективности решений при взаимозаменяемости видов топлива и энергии.

14. Энергетическая стратегия России до 2020г.

15. Главные направления научно-технического прогресса в энергетике и электрификации и их эффективность, влияние региональных факторов

16. Особенности развития крупных систем и комплексов в электроэнергетической, газоснабжающей, теплоснабжающей и нефтеснабжающей отраслях, в ядерной энергетике и угольной промышленности. Создание энергетических комплексов.

17. Проблема экономии ресурсов и средств в энергетике. Главные технические пути решения проблемы.

18. Использование возобновляемых источников энергии, потенциал энерго- и ресурсосбережения.

19. Основные комплексные проблемы развития энергетических систем и комплексов; принципы их построения и перспективы объединения в Единую электроэнергетическую систему.

20. 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).

21. Показатели качества энергии.

22. Схемы энергоснабжения, их основные элементы, методы расчета. Особенности выбора комбинированной и отдельной схем энергоснабжения при использовании органического топлива, ядерного горючего и возобновляемых источников энергии; влияние на эти решения особенностей схем энергоснабжения и топливоснабжения.

23. Теплофикационные, теплоснабжающие системы и методы выбора оптимальных параметров; энергетические балансы предприятий, основы нормирования расходов топлива, и энергии.

24. Выбор схем энергоснабжения территориально-производственных комплексов, промышленных центров, крупных предприятий.

25. Экологические проблемы энергетики Влияние энергетических объектов на окружающую среду.

26. Виды воздействий и их последствия, методы оценки и нормативы. Технические возможности снижения вредных выбросов в атмосферу и почву.

27. Общая методика термодинамического анализа циклов теплоэнергетических установок.

28. Общие методы повышения термодинамической эффективности циклов.

29. Паровые теплоэнергетические установки. Повышения эффективности циклов паротурбинных установок конденсационного типа

30. Показатели эффективности ТЭЦ и энергосистемы в целом. Особенности реальных циклов паротурбинных установок.

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

32. Двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Общие принципы действия поршневых ДВС, термодинамический анализ циклов ДВС.

33. Принципы действия реактивных двигателей их циклы.

34. Комбинированные теплоэнергетические установки. Общие принципы комбинирования циклов, циклы парогазовых установок.

35. Сложные высокотемпературные циклы с использованием ГТУ, МГД-генераторов, топливных элементов и т.п.

36. Атомные теплоэнергетические установки. Особенности выбора циклов АЭС.

37. Термодинамические циклы АЭС на жидком (паровом), и газовом теплоносителях.

38. Холодильные машины и тепловые насосы энергетики. Циклы газовых компрессорных термотрансформаторов.

39. Циклы паровых холодильных установок и тепловых насосов.

40. Перспективы использования тепловых насосных установок в составе энергетических комплексов при совместной выработке электроэнергии и тепла.

41. Циклы теплоэнергетических установок на возобновляемых источниках энергии.

42. Солнечные установки.

43. Океанические ТЭС.

44. Геотермальные ТЭС.

45. Термоядерные электрические станции.

46. Методические основы комплексного выбора схем и оптимальных параметров основных теплоэнергетических установок. Влияние режима использования энергетических систем на оптимальные решения.

47. Показатели надежности работы энергетических установок и систем.

48. Способы обеспечения заданной надежности.

49. Выбор оптимальных решений с использованием критерия надежности.

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

51. Основы энергетического и комплексного использования водных ресурсов. ГЭС в составе электроэнергетических систем.

52. Гидроаккумулирующие электростанции. Основы выбора оптимальных параметров ГЭС.

53. Комплексные методы выбора запасов топлива (для многолетнего и сезонного регулирования топливоснабжения), резервов энергетических мощностей, газохранилищ, водохранилищ.

54. Понятие расчетной обеспеченности электро- тепло и топливоснабжения и основы их выбора.

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

56. Классификация больших систем энергетики: понятие об их природе и основных свойствах.

57. Особенности систем энергетики и энергетических комплексов как объектов исследования и управления.

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

59. Концепция построения автоматизированных систем управления в энергетике и их характерные особенности.

60. Основы сочетания формализованных методов с активной ролью человека.

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

62. Методы технико-экономических расчетов в энергетике.

63. 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.

64. Комплексное использование топлива с одновременной выработкой электроэнергии и другой ценной товарной продукции как реальный путь снижения их стоимости конечного продукта.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Экзаменационный билет включает три вопроса, два из которых из основной программы (на базе конспектов аспиранта по вопросам) и третий вопрос – по дополнительной программе (на основе диссертационной работы). Экзамен проходит в устной форме (собеседование): время на подготовку 30-40 мин.

Критерии оценки знаний по учебной дисциплине на экзамене:

«отлично» заслуживает аспирант, показавший при ответе на экзамене всесторонние и глубокие знания теоретического материала по научному направлению «Энергетические системы и комплексы» в полном объеме, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, свободно владеющий профессиональной терминологией;

«хорошо» заслуживает аспирант, показавший при ответе полное знание программы теоретического материала по научному направлению «Энергетические системы и комплексы», использовавший при ответе материал основной литературы, правильно пользующийся терминологией, тщательно обдумывающий содержание излагаемого материала;

«удовлетворительно» застуживает аспирант, показавший на экзамене знание основного теоретического материала по научному направлению «Энергетические системы и комплексы», знакомый с основной литературой, предусмотренной программой, однако, при ответе допустивший неточности в пользовании терминологией;

«неудовлетворительно» выставляется студенту, не усвоившему основной программный материал теоретического курса по научному направлению «Энергетические системы и комплексы», допустивший принципиальные ошибки при ответе.

V. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

5.1. Основная литература

1. Основы современной энергетики [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки «Теплоэнергетика», «Электроэнергетика», «Энергомашиностроение» ; в 2 т. / под общ. ред. Е. В.

- Аметистова. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательский дом МЭИ, 2016.
- Т. 1: Современная теплоэнергетика / под ред. А. Д. Трухня. - 2016.
- Новая энергетическая политика России. М.: Энергоатомиздат, 1995.
2. Энергетическая политика России на рубеже веков. Том 1, 2. 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 издание). М.: Высшая школа, 1997.
5. Андрющенко А.И., Аминов Р.З., Хлебалин Ю.М. Теплофикационные установки и их использование. М.: Высшая школа, 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 Ленинградского университета, 1991.

5.2 Дополнительная литература

1. Машиностроение. Энциклопедия. Т 1, 2. Теоретическая механика. Термодинамика, Теплообмен. /Под общ. ред. К.С. Колесникова, А.И. Леонтьева. М.: Машиностроение, 1999. –600 с.

2. Теплоэнергетика и теплотехника (справочная серия). Книга вторая. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент. М.: Изд-во МЭИ, 2001.
3. Системные исследования проблем энергетики. /Под ред. чл.-корр. РАН Н.И. Воропая. Новосибирск, «Наука», 2000.
4. Парогазовые установки с внутрицикловой газификацией топлива и экологические проблемы энергетики. Масленников В.М., Выскубенко Ю.А., Штеренберг В.Я. (СССР), Смитсон Г.Р., Робонсон Ф.Л., Лемон А.Б., Лохон В.Т. (США). /Под ред. академика С.А. Христиановича и К.Д. Джейнса. М.: Изд-во «Наука», 1983.