КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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
«____»_____2022 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
# « Энергетические системы и комплексы»

**2. Технические науки**

(код и наименование области наук)

**2.4. Энергетика и электротехника**

(код и наименование группы научных специальностей)

**2.4.5. Энергетические системы и комплексы**

(код и наименование научной специальности)

Форма обучения
Очная

Казань, 2022

Рабочая программа составлена на основании Федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951.

**1. Цели и задачи изучения дисциплины**

**Целью изучения дисциплины является** изучение научно-технических решений по разработке комбинированных энергетических систем и комплексов по производству электроэнергии, тепла и холода.

**Задачи дисциплины:**

- познакомить обучающихся с основными закономерностями и тенденциями развития энергетики;
- познакомить обучающихся с методами комплексного выбора и оптимизации энергетических объектов;
- познакомить обучающихся с термодинамическим анализом энергетических установок;
- познакомить обучающихся с методами системных исследовании в энергетике;
- познакомить обучающихся с основными принципами разработки энерго комплексов с высокими экологическими показателями;
- научить разрабатывать новые методы исследования и оценки качества энергетических систем и комплексов с целью повышения их экономичности, надежности, безопасности и снижения вредного воздействия на окружающую
- научить совершенствовать существующие энергетические системы, разрабатывать перспективные структуры энергетических систем и комплексов.

Объем дисциплины: в 3 зачетных единицах и 108 часах;

Семестр: 8

**2. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина «Энергетические системы и комплексы» изучается на 4 году обучения в 8-ом семестре. Дисциплина относится к профессиональному циклу образовательного компонента программы аспирантуры.

**3. Содержание дисциплины**

**3.1.** Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах и зачетных единицах) 1 год аспирантуры; вид отчетности – кандидатский экзамен.

Общая трудоемкость дисциплины 3 зачетных единиц (108 часов): 36 ак. ч. – лекции; 74 ак. ч. – самостоятельная работа.

| Виды учебной работы | Объем часов /ЗЕТ |
|---|---|
| Трудоемкость изучения дисциплины | 108/3 |
| Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) | 36 |
| в том числе: | |
| лекции | 36 |
| семинары | 0 |
| практические занятия | 0 |
| Самостоятельная работа аспиранта (всего) | 72 |
| в том числе: | |
| подготовка к практическим занятиям | 0 |
| подготовка реферата | 36 |
| подготовка эссе | 0 |
| изучение тем, вынесенных в самостоятельную работу | 36 |

## 3.2. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Объем часов / зачетных единиц | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | лекции | семинары | практические занятия | самостоят. работа |
| 1 | Энергетика в современном мире | 6 | | | 12 |
| 2 | Комплексные проблемы энергетики | 6 | | | 12 |
| 3 | Термодинамика теплоэнергетических установок | 6 | | | 12 |
| 4. | Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов | 6 | | | 12 |
| 5 | Методы системных исследований в энергетике | 6 | | | 12 |
| 6 | Разработка энергокомплексов с высокими экологическими показателями | 6 | | | 12 |
| | Итого | 36 | 0 | 0 | 72 |

## 3.3. Лекционный курс

### Раздел 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 XXI века.

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 I оссии и основных регионов; проблема выбора рациональных энергоносителей и направления ее решения. Методы и критерии оценки эффективности решении при взаимозаменяемости видов топлива и энергии. Энергетическая стратегия России до 2035 г. Основное содержание ФЗ «Об электроэнергетики».

Главные направления научно-технического прогресса в энергетике и электрификации и их эффективность, влияние региональных факторов. Возобновляемая и водородная энергетика, ее особенности проблемы и перспективы. Особенности крупных систем и комплексов в электроэнергетической, газо-, тепло- и нефтеснабжающей отраслях, угольной промышленности. Создание энергетических комплексов.

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

**Раздел 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. Критерия принятия решения при выборе принципов и вариантов развития энергосистем и комплексов.

Особенности выбора комбинированной и раздельной схем энергоснабжения при использовании органического топлива, 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. 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 Г ГУ.

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.

Холодильные машины и тепловые насосы в энергетике. 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 электростанции. Геотермальные ТЭС.

**Раздел 4. Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов**

Методические основы комплексного выбора схем и оптимальных параметров основных теплоэнергетических установок. Влияние режима работы энергетических систем и энергообъектов на принятие оптимальных решений. Показатели надежности работы энергетических установок и систем. Способы обеспечения заданной надежности. Выбор оптимальных решении 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.).

Основные методики и подходы при выборе энергоисточников. Влияние типа и состава топлива, а также тепловых и электрических нагрузок на выбор энергоисточника и его оборудования. Анализ различных вариантов тепловых схем. Анализ типоразмеров газопоршневых и газотурбинных энергоустановок. Влияние характеристик энергоустановок на выбор профиля энергообъекта.

**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.

Математические и физические модели, средства вычислительной техники как научный инструмент современных исследовании 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 длч 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.

**6. Разработка энергокомплексов с высокими экологическими показателями.**

Основные изменения в области производства и передачи энергетических ресурсов, их переработки и потребления. Основные направления энергосбережения.

Роль нетрадиционных источников энергии в энергетическом балансе. Тенденции в разработке и децентрализованных источников, критерии оценки эффективности централизованных и децентрализованных источников энергии.

Энерготехнологические переработки сланцев и низкосортных углей. Перспективы использования технологии ЦКС для эффективного и экологически безопасного сжигания твердых топлив. Традиционные и нетрадиционные способы сокращения выброса углекислого газа в атмосферу, улавливание и «секвестирование» углекислого газа в тепловой и промышленной энергетике.

**3.4. Практические занятия** – не предусмотрены.

**3.5. Лабораторные занятия** – не предусмотрены.

**3.6. Содержание самостоятельной работы**

**Раздел 1.** Термодинамика теплоэнергетических установок

**Раздел 2.** Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов

**Раздел 3.** Методы системных исследований в энергетике

## 4. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью аспирантов.

Текущий контроль успеваемости аспирантов включает в себя: контрольный опрос, реферат.

**5. Критерии оценки:**

*«Зачтено»* - на заданные вопросы даны достаточно полные.

Аргументированные ответы, материал изложен последовательно, логично. Продемонстрировано умеренное владение терминологией изучаемой дисциплины. Возможны незначительные ошибки или неточности, самостоятельно исправленные при ответе на дополнительные вопросы;

*«Не зачтено»* - при ответе аспирант обнаруживает незнание или непонимание наиболее существенной части вопросов, допускает существенные ошибки, которые не может исправить с помощью наводящих вопросов экзаменатора. Демонстрирует грубое нарушение логики изложения.

**Тематика рефератов по дисциплине «Энергетические системы и комплексы».**

Зачет проводится в форме защиты подготовленного реферата, результаты сдачи реферата выставляются в зачетную ведомость и учитываются при допуске аспиранта к экзамену (кандидатскому экзамену). При наличии оценки «зачтено» аспирант допускается к сдаче кандидатского экзамена по дисциплине Энергетические системы и комплексы.

***Примерный комплект тем рефератов и презентаций***

1. Котельные установки. Классификация и области использования котлоагрегатов. Материальные балансы котлов.
2. Перспективные способы сжигания твердого топлива.
3. Тепловой баланс котла.
4. Пароводяной и газовоздушный тракты барабанного и прямоточного котлов.
5. Классификация топочных устройств по методу сжигания и характеру
6. организации потоков воздуха и газов в топке.
7. Основные типы компоновки котлов.
8. Системы теплоснабжения промпредприятий. Их классификация, структура и основные элементы.
9. Виды тепловых нагрузок и их расчет. Режимы и графики теплопотребления.
10. Теплоносители и их параметры.
11. Тепловые сети: их назначение, конструкции.
12. Гидравлический режим тепловых сетей.
13. Горячее водоснабжение. Расчетная потребность в теплоте на горячее водоснабжение. Графики потребления.
14. Отопление промышленных и жилых зданий.
15. Расчет теплопотерь и тепловыделений в производственных помещениях.
16. Суточные и годовые графики теплопотребления.
17. Назначение и методы регулирования тепловой нагрузки в системах централизованного теплоснабжения и их сопоставление.
18. Центральное регулирование однородной и разнородной тепловой нагрузки.
19. Назначение и рациональные области использования паровых и водогрейных котельных.
20. Выбор количества котлоагрегатов, их типоразмеров и состава вспомогательного оборудования.

## 6. Методические рекомендации по оформлению рефератов

Реферат выполняется в течение семестра и защищается в конце 2 семестра перед сдачей экзамена.

Тема реферата избирается самим аспирантом из числа предложенных преподавателем или из рекомендованных ему научным руководителем.

Реферат является самостоятельным теоретическим обзором литературы по избранной теме. В нем должны быть изложены основные подходы и концепции рассматриваемой проблемы, высказана обоснованная точка зрения. В реферате необходимо показать научную актуальность темы и ее практическое значение.

К реферату предъявляются следующие требования:

1. Наличие титульного листа.
2. Наличие четкой структуры: содержание; введение; не менее 2-х частей; заключение.
3. Наличие списка используемых источников; ссылок на литературу.
4. Оптимальный объем реферата 20-30 страниц (Шрифт -14 пунктом Times New Roman, полуторный интервал; поля - левое 3 см, верхнее и нижнее - 2 см, правое - 1,5 см. Интервал - 1,5).

Проверка подготовленного реферата проводится научным руководителем аспиранта (соискателя), который осуществляет первичную экспертизу.

На проверяемом реферате должна быть виза аспиранта, научного руководителя и преподавателя, ведущего занятия по дисциплине «Электротехнические комплексы и системы», который выставляет оценку по системе «зачтено» - «не зачтено» (оценка за реферат выставляется в зачетную ведомость и учитывается при допуске аспиранта к сдаче кандидатского экзамена).

Решение о направлении реферата на доработку принимается преподавателем, ведущим лекционные занятия по дисциплине.

При наличии положительной оценки аспирант (соискатель) допускается к сдаче экзамена по дисциплине электротехнические комплексы и системы.

Проверенный и защищенный реферат представляется в отдел аспирантуры в 1 экземпляре с подписью и указанием даты не позднее, чем за 1 неделю до окончания занятий по дисциплине.

**Критерии оценки:**

*«Зачтено»* - содержание реферата соответствует выбранной теме; тема изложена полно и обстоятельно, работа оформлена согласно требованиям;

*«Не зачтено»* - работа не соответствует необходимым критериям: содержание не соответствует теме; тема не раскрыта в необходимом объеме; не выдержана структура работы.

## 7. Промежуточная аттестация

**Вопросы для самоконтроля и проведения кандидатского экзамена:**

1. Основные закономерности и тенденции развития энергетики за рубежом и в России.
2. Основное содержание Энергетической стратегии России до 2035 г.
3. Использование возобновляемых источников энергии.
4. Выбор схем энергосбережения предприятий, территориальных комплексов.
5. Влияние энергетических объектов на окружающую среду.
6. Теплофикационные системы.
7. Экономия ресурсов и средств в энергетике.
8. Повышение эффективности паротурбинных установок.
9. Газотурбинные и парогазовые технологии в энергетике.
10. Холодильные и тепловые насосы в энергетике.
11. Методические основы комплексного выбора энергетических комплексов.
12. Показатели надежности работы энергетических систем.
13. Технические и экономические основы использования возобновляемых источников энергии.
14. Системные исследования энергетических комплексов.
15. Методы технико-экономических расчетов в энергетике.
16. Разработка энергокомплексов с высокими экологическими показателями.

**Критерии выставления оценки:**

*«Отлично»* - аспирант показал прочные знания основных положений дисциплины, умение использовать справочную литературу и делать обоснованные выводы, продемонстрировал научную и методологическую эрудицию, умение применять теоретические знания для анализа конкретных задач. В ходе ответа аспирант демонстрирует необходимый уровень компетенций;

*«Хорошо»* - аспирант показал знания основных положений дисциплины, умение использовать справочную литературу и делать обоснованные выводы, продемонстрировал научную и методологическую эрудицию, умение применять теоретические знания для анализа конкретных задач, но при этом допускающий не существенные неточности при изложении материала. В ходе ответа аспирант демонстрирует на достаточном уровне сформированность компетенций;

*«Удовлетворительно»* - аспирант показал существенные пробелы в знаниях основных положений дисциплины, не усвоил детали, допускал существенные ошибки при изложении материала, демонстрировал не до конца сформированные компетенции, умения систематизировать материал и делать выводы;

*«Неудовлетворительно»* - аспирант не усвоил основное содержание материала, не умеет систематизировать информацию, делать необходимые выводы, четко и грамотно отвечать на вопросы, демонстрирует низкий уровень овладения необходимыми компетенциями.

**Образец экзаменационного билета**

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

КГЭУ

**ИТЭ**
**Кафедра ПТЭ**
Экзамен по дисциплине
**«Энергетические системы и комплексы»**

## Билет № 1

1. Циклы газо- и паротурбинных установок
2. Топливо. Характеристики и элементарный состав топлива
3. Котельные установки. Классификация и области использования котлоагрегатов. Материальные балансы котлов.

Утверждаю:
Зав. кафедрой, уч. степень, звание _____ _____

17.04.2023г.

**8. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков** определены локальными нормативными актами, положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов ФГБОУ ВО «КГЭУ».

Зачет выставляется аспиранту, получившему оценку «зачтено» по результатам защиты самостоятельно подготовленного реферата и выполнившему все задания текущего контроля, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

К прохождению промежуточной аттестации в форме **кандидатского экзамена** по «Энергетические системы и комплексы» допускаются аспиранты, получившие оценку «зачтено», выполнившие все задания текущего контроля, предусмотренные рабочей программой дисциплины (контрольный опрос).

Кандидатский экзамен может проводиться как в устной, так и письменной форме. Экзаменационная комиссия по приему кандидатского экзамена по дисциплине «Электротехнические комплексы и системы» правомочна принимать кандидатский экзамен по дисциплине «Электротехнические комплексы и системы». В заседании участвуют не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора технических наук.

Кандидатский экзамен может проводиться в устной и письменной форме.

Перечень вопросов, выносимых на экзамен, доводится до сведения аспирантов во время занятий.

При проведении экзамена в аудитории, где проводится экзамен, одновременно должно находиться на более 6 аспирантов. На подготовку к ответу при устной форме

экзамена аспиранту предоставляется 40-45 минут. Преподавателю, принимающему экзамен, предоставляется право задавать аспирантам дополнительные вопросы. Комиссии, принимающей экзамен, предоставляется право задавать аспирантам дополнительные вопросы. Объявление результатов сдачи экзамена производится сразу после сдачи экзамена.

При проведении экзамена в письменной форме в аудитории, где проводится экзамен, могут находиться все обучающиеся по данной дисциплине аспиранты. На подготовку ответа при письменной форме экзамена аспиранту предоставляется не более 90 минут. Объявление результатов сдачи экзамена производится не позднее следующего дня после сдачи экзамена.

Итоговая оценка по кандидатскому экзамену выводится как средняя оценка членов комиссии.

Успеваемость аспирантов определяется оценками «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

ФГБОУ ВО «КГЭУ» располагает материально-технической базой, соответствующей действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение теоретической подготовки, предусмотренной учебным планом аспиранта, а также обеспечения поддержки самостоятельной работы аспирантов.

Материально-техническая база: компьютеры с выходом в Интернет; принтеры; сканеры; копиры.

| № п/п | Вид учебной работы | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа | Доска аудиторная, проектор, экран, ноутбук. Windows 7 Профессиональная (Pro); Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+; Модуль решения задач линейной, квадратичной, целочисленной и нелинейной оптимизации для MATLAB, Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, LMS Moodle, Браузер Chrome, |
| 2 | Самостоятельная работа обучающихся | Компьютерный класс с выходом в Интернет | Доска аудиторная, моноблок (13 шт.), проектор, интеактивная доска, стенды "Электрические схемы" (4шт.). Программное обеспечение: Windows 7 Профессиональная (Pro), Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition; Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре, LabVIEW; LMS Moodle, Браузер Chrome, AutoCAD 2008 EDU 20 pack NLM RUS, LabVIEW Full Development Sustem .Windows .NI Software Se, |

| № п/п | Вид учебной работы | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|---|---|---|---|
| | | Читальный зал библиотеки | проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.) Программное обеспечение: Операционная система Windows 7 Профессиональная; Office Professional Plus 2007 Russian OLP NL; Браузер Chrome, |

## 10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 10.1. Основная литература

| № п/п | Автор(ы) | Наименование | Вид издания (учебник, учебное пособие, др.) | Место издания, издательство | Год издания | Адрес электронного ресурса | Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Пантелеев А. В., Летова Т. А. | Методы оптимизации и в примерах и задачах | | учебное пособие | 2015 | https://e.lanbo ok.com/book/67460 | |
| 2 | Герасименко А.А., Федин В.Т. | Передача и распределение энергии | учебное пособие | М.: Кнорус. | 2014 | https://www.book.ru//915111/ | |

### 10.2. Дополнительная литература

| № п/п | Автор(ы) | Наименование | Вид издания (учебник, учебное пособие, | Место издания, издательство | Год издания | Адрес электронного ресурса | Кол-во экземпляров в библиотеке КЭУ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Грачева Е. И., Сафин А.Р. | Оптимизационные задачи электроэнергетики | учебное пособие | Казань: КГЭУ | 2010 | | 149 |
| 2 | Ю.С. Железко | Потери электроэнергии Реактивная мощность Качество электроэнергии | Руководство для практических расчетов | М: Энас | 2016 | htts://e.larbook.com/book/104575 | |

### 10.3 Электронно-библиотечные системы

1. iprbookshop.ru.
2. knigafund.ru.
3. ibooks.ru.
4. znanium.com.
5. e.lanbook.com.
6. library.bsu.ru/menu-electronic.

## 10.4 Профессиональные базы данных

| № п/п | Наименование профессиональных баз данных | Адрес | Режим доступа |
|---|---|---|---|
| 1. | Российская национальная библиотека | http://nlr.ru/ | Свободный |
| 2. | Единое окно доступа к образовательным ресурсам | http://window.edu.ru/ | Свободный |
| 3. | Президентская библиотека имени Бориса Николаевича Ельцина | В http://prlib.ru | Свободный |
| 4. | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU | http://elibrary.ru | Свободный |
| 5. | Высшая аттестационная комиссия при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации | https://scienceid.net/president/ | Свободный |
| 6. | Президент России — молодым ученым - Science-ID | https://scienceid.net/president/ | Свободный |
| 7. | МБД Scopus | https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic | Свободный с компьютеров университета |
| 8. | МБД Web of Science | https://apps.webofknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=D6cTknVCLV7j48sfzSo&preferencesSaved= | Свободный с компьютеров университета |
| 9. | Портал РФФИ | https://www.rfbr.ru/rffi/ru/ | Свободный |

## 11.1. Перечень аудиторий и помещений для самостоятельной

Для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации предусмотрены следующие аудитории корпус Г: Г-208, Г-212, Г-216, Г-217.

## 11.2. Перечень оборудования (лабораторное, демонстрационное, компьютерная техника, др.)

На кафедре имеется лабораторное оборудование на основе ПК, микроконтроллерные платы Arduino, мультимедийные средства, расположенные в Б-203, Б-214, Б-207, Б-209, пакеты программ ZULU, Comsol, MagicCad, *LabVIEW*.

Рабочая программа дисциплины «Энергетические системы и комплексы» образовательной программы «Энергетические системы и комплексы» разработана в соответствии с требованиями по научной специальности 2.4.5 Энергетические системы и комплексы.

Автор(ы) _____ Ю.В.Ваньков

(подпись, дата)

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика и системы теплоснабжения» от 05.04.2022, протокол № 31.

Зав. кафедрой _____ Ю.В.Ваньков

(подпись, дата)

Программа утверждена на заседании научно-технического совета от 13.04.2022, протокол № 3.