

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Электроснабжения и электротехники (140)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры электроснабжения и электротехники
Протокол №10 от 10 июня 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ»

Научная специальность: 2.4.5 Энергетические системы и комплексы

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Шакиров
Владислав Альбертович
Дата подписания: 10.06.2026

Документ подписан простой электронной
подписью
: Шакиров Владислав Альбертович
Дата подписания: 10.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Энергетические системы и комплексы» обеспечивает формирование следующих результатов освоения программы аспирантуры

Код, наименование результата освоения программы	Код, наименование результата освоения дисциплины (модуля)
Р-1 Готовность к самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности на основании способности к генерированию новых идей и поиска нестандартных решений в профессиональной деятельности	(Р-1.3 Способность применять системные теоретические знания для анализа, верификации, оценки процессов, происходящих в профессиональной сфере, а также умение аргументированно отстаивать собственную позицию в ходе научной дискуссии',) Способность применять системные теоретические знания для анализа, верификации, оценки процессов, происходящих в профессиональной сфере, а также умение аргументированно отстаивать собственную позицию в ходе научной дискуссии

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код наименования результата освоения дисциплины (модуля)	Результат обучения
Р-1.3 - Способность применять системные теоретические знания для анализа, верификации, оценки процессов, происходящих в профессиональной сфере, а также умение аргументированно отстаивать собственную позицию в ходе научной дискуссии	Знать перспективы и возможности развития концепции интеллектуальных энергетических систем; Уметь разрабатывать проектно-расчетную документацию для построения конфигурации сети; грамотно использовать методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы; использовать правила, нормы, стандарты, разработанные по этой тематике; Владеть терминологией в области Smart Grid, навыками работы со специальным программным обеспечением.

2 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	216	216
Аудиторные занятия, в том числе:	60	60
лекции	36	36
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	24	24
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	120	120
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

3 Структура и содержание дисциплины

3.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 7

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Энергетика в современном мире	1	8			1	6			Устный опрос
2	Комплексные проблемы энергетики	2	8			2	6	2	40	Устный опрос
3	Термодинамика теплоэнергетических установок	3	8			3	6			Собеседование
4	Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов	4	6							Устный опрос
5	Методы системных исследований в энергетике и их приложения	5	6			4	6	1, 3	80	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		36				24		156	

3.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
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.
2	Комплексные проблемы энергетики	Основные комплексные проблемы развития энергетических систем и комплексов; принципы их построения и перспективы объединения в Единую электро-энергетическую 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.
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. Общие принципы комбинирования циклов, циклы парогазовых установок. Атомные теплоэнергетические установки. Особенности выбора циклов АЭС. Циклы теплоэнергетических установок на возобновляемых источниках энергии. Солнечные установки. Океанические ТЭС. Геотермальные ТЭС. Термоядерные электрические станции.

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.
5	Методы системных исследований в энергетике и их приложения	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.

3.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

3.4 Перечень практических занятий

Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Определение основных показателей использования производственных мощностей и экономическая оценка их использования	6
2	Знакомство с функциональными возможностями оборудования	6
3	Оценка основных фондов и амортизационных отчислений	6
4	Оценка и показатели эффективности оборотных средств предприятия	6

3.5 Самостоятельная работа

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	40
2	Подготовка к практическим занятиям	40

	(лабораторным работам)	
3	Подготовка к экзамену	40

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: интерактивные лекции, лекция-беседа

4 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

4.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

4.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практическое занятие № 1. Определение основных показателей использования производственных мощностей и экономическая оценка их использования

Цель занятия: получить навыки расчета основных показателей использования производственных мощностей и экономической оценки их использования для анализа производственно-хозяйственной деятельности предприятия.

Задание на занятие: Решение набора задач по теме

Рекомендации по выполнению задания

Для решения задач необходимо знания основных базовых понятий темы в частности понятия «производственной мощности». Необходимо проанализировать, что способствует возрастанию числа часов использования установленной мощности:

А)увеличение коэффициента интенсивности использования оборудования;

Б)увеличение степени загрузки оборудования;

В)уменьшение интегрального коэффициента использования оборудования;

Г)увеличение установленной мощности оборудования.

Для расчетов необходимо использование основных формул.

Фактическая выработка электроэнергии (МВтч)

$$W_{\text{ф}} = N_{\text{у}} \cdot h_{\text{у}} = N_{\text{ср}} \cdot h_{\text{р}}$$

Где $N_{\text{ср}}$ – средняя электрическая мощность за время работы $h_{\text{р}}$; $N_{\text{у}}$ - установленная мощность; $h_{\text{у}}$ - число часов использования установленной мощности.

Коэффициент экстенсивности использования мощности за год $\beta_{\text{э}} = h_{\text{ф}} / h_{\text{к}} = h_{\text{р}}/8760$

Где $h_{\text{ф}}$ – фактическое время работы в году; $h_{\text{к}}$ – календарное количество часов в году.

Коэффициент интенсивности использования мощности за год

$$\beta_{\text{и}} = N_{\text{ср}} / N_{\text{у}}$$

Интегральный коэффициент использования мощности

$$\beta_{\text{инт}} = \beta_{\text{э}} \cdot \beta_{\text{и}} = W_{\text{ф}} / (8760 \cdot N_{\text{у}})$$

Коэффициент готовности оборудования к несению нагрузки

$$k_{\text{г}} = (h_{\text{ф}} + h_{\text{г}}) / 8760 \cdot 100\%$$

Где $h_{\text{г}}$ – количество часов готовности оборудования к несению нагрузки

Коэффициент использования установленной мощности

$$k_{\text{исп}} = W_{\text{ф}} \cdot 100\% / N_{\text{у}} \cdot h_{\text{ф}}$$

Коэффициент фондоотдачи

$$\beta_{\text{фо}} = O$$

р

$$K_{\text{бал}} = W_{\text{ф}} t_{\text{ср}} / k_{\text{уд}} * N_{\text{у}}$$

Где О

Р

– объем реализованной продукции, руб; Кбал – балансовая стоимость основных фондов, руб; t ср – средний тариф на электроэнергию, коп/кВтч; куд

– стоимость одного Квт установленной мощности.

О

Р

$$= W_{\text{ф}} t_{\text{ср}}$$

$$K_{\text{бал}} = k_{\text{уд}} * N_{\text{у}}$$

Примеры практических заданий

Задача 1. Определить среднегодовую мощность электростанции $N_{\text{ср}}$, если известна годовая выработка электроэнергии $W_{\text{ф}} = 7183,2$ млн. кВтч, интегральный коэффициент $\beta_{\text{инт}} = 0,74$ и коэффициент использования установленной мощности $k_{\text{исп}} = 90\%$.

Решение:

$$N_{\text{ср}} = W_{\text{ф}} / h_{\text{ф}}$$

$$k_{\text{исп}} = W_{\text{ф}} / (N_{\text{у}}$$

$$h_{\text{ф}}) * 100\% \quad h_{\text{ф}} =$$

$$(W_{\text{ф}} * 100\%) / k_{\text{исп}} N_{\text{у}}$$

$$\beta_{\text{инт}} = W_{\text{ф}} / (8760 * N_{\text{у}})$$

$$N_{\text{у}} = W_{\text{ф}} / (\beta_{\text{инт}} * 8760)$$

$$N_{\text{ср}} = (W_{\text{ф}} * k_{\text{исп}} W_{\text{ф}}) / (W_{\text{ф}} * \beta_{\text{инт}} * 8760) = (7202,7 * 0,9) / 0,74 * 8760 = 1000 \text{ МВт}$$

4.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Воропай Н.И. Теория систем для электроэнергетиков: учеб.Пособие для электроэнергет. специальностей / Н. И. Воропай, 2000. - 272 с

5 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

5.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

5.1.1 семестр 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

В формате вопрос-ответ.

Критерии оценивания.

«Зачтено» - Обучающийся обладает остаточными знаниями по смежным дисциплинам. Может воспроизвести основные законы. Записать формулы. Понимает принципы построения электрической схемы.

«Не зачтено» - Обучающийся обладает остаточными знаниями по смежным дисциплинам. Может воспроизвести основные законы при помощи преподавателя, но не может записать формулы. Понимает принципы построения электрической схемы. При ответах на доп. вопросы затрудняется.

5.1.2 семестр 7 | Собеседование

Описание процедуры.

В формате беседы

Критерии оценивания.

«Зачтено» - Обучающийся обладает остаточными знаниями по смежным дисциплинам. Может воспроизвести основные законы. Записать формулы. Знает основные законы термодинамики

«Не зачтено» - Обучающийся обладает остаточными знаниями по смежным дисциплинам. Может воспроизвести основные законы при помощи преподавателя, но не может записать формулы. При ответах на доп. вопросы затрудняется.

5.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

5.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания результата освоения дисциплины (модуля) в рамках промежуточной аттестации

Код и наименование результата освоения дисциплины (модуля)	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
Р-1.3 Способность применять системные теоретические знания для анализа, верификации, оценки процессов, происходящих в профессиональной сфере, а также умение аргументированно отстаивать собственную позицию в ходе научной дискуссии	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 заслуживает 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 использовании	Доклад на научном семинаре кафедры о результатах научно-исследовательской деятельности Экзамен в форме устного собеседования по теоретическим вопросам. Выполнение практических заданий. Зачёт в форме тестирования по теоретическим вопросам. Выполнение практических заданий

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

5.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

5.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения кандидатского экзамена по дисциплине

5.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзаменуемый выбирает билет с двумя теоретическими вопросами. Для подготовки дается время порядка 40 минут. Далее экзаменуемый устно излагает ответ на вопрос. Преподаватель задает до 3 уточняющих вопросов по каждому из вопросов.

Пример задания:

1. Системный подход в исследованиях систем энергетики
2. Иерархия задач исследования развития систем энергетики

5.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Экзаменуемый дал полные точные ответы на вопросы, продемонстрировал знания и широкий технический кругозор, а также дал полные ответы на дополнительные вопросы, сумев их аргументировать. Изложение материала было последовательным и логичным.	Экзаменуемый дал полные ответы на вопросы, продемонстрировал знания и технический кругозор, а также дал достаточно полные ответы на дополнительные вопросы, сумев их аргументировать. Структура ответа в целом достаточно логична.	Экзаменуемый дал неполные ответы на вопросы, а также ответил на несколько дополнительных вопросов. Структура ответа в целом достаточно логична.	Экзаменуемый не дал ответ на один из вопросов или не ответил на все дополнительные вопросы.

6 Основная учебная литература

1. Воропай Н. И. Надежность систем электроснабжения : конспект лекций / Н. И. Воропай, 2006. - 205.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-31946.pdf>

2. Воропай Н. И. Методические указания по практическим работам по курсу "Теория систем" / Воропай Н. И., 2002. - 17.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-9676.pdf>

3. Воропай Н. И. Теория систем для электроэнергетиков : учеб. пособие для электроэнергет. специальностей / Н. И. Воропай, 2000. - 272.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-9061.pdf>

4. Надежность систем энергетики и их оборудования : справочник : в 4 т. / под общ. ред. Ю. Н. Руденко. Т. 2 : Надежность электроэнергетических систем / Н. И. Воропай [и др.]; под ред. М. Н. Розанова, 2000. - 564, [1].

5. Эффективность межгосударственных электрических связей : монография / Л. С. Беляев [и др.]; отв. ред. Н. И. Воропай, 2008. - 238.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-2552.pdf>

7 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Энергетическая безопасность. Термины и определения / отв. ред. Н. И. Воропай, 2005. - 58.

2. Беляев Л.С. Рынок в электроэнергетике: проблемы развития генерирующих мощностей / Л.С. Беляев, С.В. Подковальников ; отв. ред. Н.И. Воропай, 2004. - 220.

8 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

9 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

10 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Seven Professional [1x100] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x100]) - поставка 2010
2. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010_(артикул 021-09683)

11 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Шкаф РМУ

2. Шкаф IED lab
3. Проектор Infocus IN 124 (3D Ready)
4. Модуль солнечной батареи 120Вт
5. Модуль солнечной батареи 80Вт
6. Модуль солнечной батареи 235Вт
7. Модуль солнечной батареи 235Вт