

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

Структурное подразделение «Электрических станций, сетей и систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры электрических станций, сетей и систем
Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ»

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Электрические станции, системы и сети

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Тигунцев Степан
Георгиевич
Дата подписания: 11.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Федосов Денис
Сергеевич
Дата подписания: 11.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Возобновляемые источники электроэнергии» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-1 Способен выполнять научные исследования и анализ нормальных и аварийных режимов работы электрических станций, сетей и систем	ПК-1.9

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-1.9	Выполняет анализ работы электрических систем с возобновляемыми источниками энергии	Знать основные нетрадиционные и возобновляемые источники электроэнергии Уметь анализировать работу электрических систем с возобновляемыми источниками энергии Владеть навыками расчётов параметров установок с возобновляемыми источниками электроэнергии

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Возобновляемые источники электроэнергии» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Современные проблемы электроэнергетики и электротехники», «Проблемы развития и функционирования ЭЭС в современных условиях», «Управление качеством электроэнергии»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Автоматизированные системы управления технологическими процессами», «Управление ЭЭС в нормальных и аварийных режимах»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 2 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия, в том числе:	39	39
лекции	13	13
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	26	26
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной	0	0

информационной образовательной среде		
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	33	33
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 2

№ 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	Введение. Основные понятия и определения	1	2							Отчет
2	Ветроэнергетика	2	6			1, 2, 3, 4, 5	18	1, 2, 3	20	Отчет
3	Солнечная энергетика	3	5			6, 7	8	1, 2, 3	13	Отчет
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		13				26		33	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Основные понятия и определения	Классификация возобновляемых источников энергии и актуальность их развития
2	Ветроэнергетика	Ветроэнергетические установки и основные направления их развития. Классификация ветроэнергетических установок. Структура ветроэнергетических установок и характеристика элементов и систем ветроагрегата. Электрооборудование и электрические схемы ветроэнергетических установок. Аккумулирование электроэнергии электрохимическими накопителями (АКБ и суперконденсаторы). Повышение энергоэффективности и оптимизация режимов работы автономных ветроэнергетических установок. Сетевые ветроэнергетические установки.

3	Солнечная энергетика	Солнечное излучение и его потенциал. Фотоэлектрические преобразователи. Основные пути совершенствования и оценка экономической эффективности использования солнечных электростанций. Солнечные электростанции и особенности их применения в электроснабжении
---	----------------------	--

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет рабочих характеристик ветроколеса	4
2	Расчет статических характеристик при регулировании ветроколеса	4
3	Расчет зависимости мощности генератора от скорости ветра при постоянной частоте вращения	4
4	Исследование зависимостей напряжения, тока, мощности и частоты вращения ветрогенератора от скорости ветра на натурной модели ветроэнергетической установки	4
5	Определение количества электрической энергии, выработанной ветроэнергетической установкой	2
6	Исследование режимов работы автономной фотоэлектрической солнечной электростанции	4
7	Исследование характеристик фотоэлектрического модуля солнечной электростанции	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	4
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	15
3	Расчетно-графические и аналогичные работы	14

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: разбор конкретных практических ситуаций

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Перед каждым практическим занятием обучающиеся знакомятся с теоретическими сведениями по практической работе, которые содержатся в методических указаниях, конспектах лекций или раздаточных материалах. В начале каждой работы проводится устный опрос обучающихся. Практические работы проводятся в форме выполнения расчётных и аналитических работ.

По практическим работам обучающиеся готовят общий индивидуальный отчёт за семестр в печатном виде, в который включают расчётные работы и другие разделы по указанию преподавателя. Обучающиеся индивидуально защищают отчёт преподавателю на собеседовании, отвечая на контрольные вопросы и/или демонстрируя выполнение индивидуальных заданий.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Изучение дисциплины следует начинать с проработки данной рабочей программы, особое внимание уделяя целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины.

По практическим работам обучающиеся готовят индивидуальные отчёты в письменном или печатном виде и готовятся к их защите. Контрольные вопросы к каждой работе содержатся в п. 6.1 данной рабочей программы. Защита проходит индивидуально в формате собеседования, где обучающиеся отвечают на вопросы преподавателя и/или защищают выполненные индивидуальные задания.

Проработка теоретических разделов курса выполняется по конспектам лекций и рекомендуемой литературе в соответствии с перечнем оценочных средств и контрольных вопросов, представленных в п. 6.2 данной рабочей программы.

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

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 2 | Отчет

Описание процедуры.

Проверка расчетно-графических работ. Вопросы для контроля:

1. Назовите какие существуют нетрадиционные возобновляемые источники энергии.
2. Достоинство и недостатки возобновляемых источников энергии.
3. По каким основным направлениям развивается современная ветроэнергетика?
4. Классификация ветроэнергетических установок (ВЭУ).
5. Достоинство и недостатки ветроэлектрических электрогенераторов с горизонтальной и вертикальной осью.
6. Назовите наиболее распространенные типы вертикально-осевых установок и их принцип действия.
7. Поясните конструкцию и принцип действия горизонтально-осевых ветроколес пропеллерного типа.
8. Приведите классификацию ветрогенераторов с горизонтальной осью.
9. Приведите структуру ветроэнергетических установок, характеристику элементов и систем ветроагрегата.
10. Классификация ветродвигателей их достоинства и недостатки.
11. Поясните, что представляет собой ветроприемное устройство?
12. Генераторы, применяемые в ВЭУ? Область их применения в зависимости от сети

электроснабжения.

13. Системы ориентации ветроприемного устройства
14. Системы регулирования и ограничения мощности ВЭУ.
15. Автономные системы энергоснабжения и их структура.
16. Классификация автономных систем электроснабжения в зависимости от применяемых генерирующих источников мощности.
17. Аккумуляирование электроэнергии электрохимическими накопителями.
18. Достоинство и недостатки аккумуляторных батарей и суперконденсаторов.
19. Аккумуляторные батареи (АКБ) и их роль в автономных системах электроснабжения.
20. Суперконденсаторы и их назначение в автономных системах электроснабжения.
21. Устройство суперконденсатора и где перспективно их применение?
22. Инверторы и роль в системах электроснабжения в нетрадиционных источниках электроэнергии.
23. Способы повышения технико-экономических характеристик децентрализованных систем электроснабжения.
24. Оптимизация режимов работы ветроэлектрических установок.
25. Сетевые ветроэнергетические установки.
26. Солнечное излучение и его потенциал.
27. Фотоэлектрические преобразователи.
28. Принцип действия солнечных элементов (СЭ) и их конструкции.
29. Фотоэлектрические системы (ФС) и их структура.
30. Вольт-амперная характеристика солнечного модуля.
31. Что такое напряжение холостого хода U_{xx} и ток короткого замыкания $I_{кз}$?
32. Регуляторы зарядки-разрядки, назначение, работа.
33. Инверторы для систем с солнечными элементами.
34. Устройства слежения за солнцем.
35. Типы солнечных электростанций.
36. Солнечные электростанции, принцип работы, конструкции.
37. Основные пути совершенствования термодинамических СЭС.
38. Фотоэлектрические станции и их структура.

Критерии оценивания.

Зачтено: правильные ответы на не менее чем 60% вопросов для контроля. Не зачтено: неполные и/или неправильные ответы на менее чем 60% вопросов для контроля

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-1.9	Самостоятельно проводит анализ работы электрических систем с возобновляемыми источниками энергии, демонстрирует понимание назначения и принципов действия установок с возобновляемыми	Устное собеседование на зачёте, выполнение и защита отчётов по практическим

	источниками электроэнергии	работам
--	----------------------------	---------

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проводится в виде устного опроса по теоретической части дисциплины.

Пример задания:

Вопросы к зачету:

1. Назовите, какие существуют нетрадиционные возобновляемые источники энергии.
2. Достоинство и недостатки возобновляемых источников энергии.
3. По каким основным направлениям развивается современная ветроэнергетика?
4. Классификация ветроэнергетических установок (ВЭУ).
5. Достоинства и недостатки ветроэлектрических электрогенераторов с горизонтальной и вертикальной осью.
6. Назовите наиболее распространенные типы вертикально-осевых установок и их принцип действия.
7. Поясните конструкцию и принцип действия горизонтально-осевых ветроколес пропеллерного типа.
8. Приведите классификацию ветрогенераторов с горизонтальной осью.
9. Приведите структуру ветроэнергетических установок, характеристику элементов и систем ветроагрегата.
10. Классификация ветродвигателей, их достоинства и недостатки.
11. Поясните, что представляет собой ветроприемное устройство?
12. Генераторы, применяемые в ВЭУ? Область их применения в зависимости от сети электроснабжения.
13. Системы ориентации ветроприемного устройства
14. Системы регулирования и ограничения мощности ВЭУ.
15. Автономные системы энергоснабжения и их структура.
16. Классификация автономных систем электроснабжения в зависимости от применяемых генерирующих источников мощности.
17. Аккумуляция электроэнергии электрохимическими накопителями.
18. Достоинство и недостатки аккумуляторных батарей и суперконденсаторов.
19. Аккумуляторные батареи (АКБ) и их роль в автономных системах электроснабжения.
20. Суперконденсаторы и их назначение в автономных системах электроснабжения.
21. Устройство суперконденсаторов. Где перспективно их применение?
22. Инверторы и роль в системах электроснабжения с нетрадиционными источниками электроэнергии.
23. Способы повышения технико-экономических характеристик децентрализованных систем электроснабжения.
24. Оптимизация режимов работы ветроэлектрических установок.
25. Сетевые ветроэнергетические установки.
26. Солнечное излучение и его потенциал.
27. Фотоэлектрические преобразователи.
28. Принцип действия солнечных элементов (СЭ) и их конструкции.

29. Фотоэлектрические системы (ФС) и их структура.
30. Вольт-амперная характеристика солнечного модуля.
31. Что такое напряжение холостого хода U_{xx} и ток короткого замыкания $I_{кз}$?
32. Регуляторы зарядки-разрядки, назначение, работа.
33. Инверторы для систем с солнечными элементами.
34. Устройства слежения за солнцем.
35. Типы солнечных электростанций.
36. Солнечные электростанции, принцип работы, конструкции.
37. Основные пути совершенствования термодинамических СЭС.
38. Фотоэлектрические станции и их структура.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Наличие способности использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности и принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения. Полное выполнение заданий по практическим занятиям.	Отсутствие способности использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности и принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения. Частичное выполнение или невыполнение заданий по практическим занятиям.

7 Основная учебная литература

1. Сибикин Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин, 2012. - 227,[1].
2. Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник для студентов вузов по направлению подготовки 140100 - "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. П. Баскаков, 2013. - 365.
3. Возобновляемые источники энергии: Теоретические основы, технологии, технические характеристики, экономика / Res Electricae Magdeburgenses Magdeburger Forum zur Elektrotechnik, 2010. - 211.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Константинов Г. Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : лабораторный практикум / Г. Г. Константинов, 2020. - 131.
2. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие при подготовке бакалавров по направлению 140000 "Энергетика, энергетическое машиностроение и электротехника", 022000 "Экология и природопользование" / В. В. Денисов [и др.]; под ред. В. В. Денисова, 2015. - 318.
3. Баранов Н. Н. Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии : учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" специальности "Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии" / Н. Н. Баранов, 2012. - 383.
4. Дубровский В. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / В. А. Дубровский, 2011. - 366.

5. Удалов С. Н. Возобновляемые источники энергии : учебное пособие для вузов по направлению подготовки 140400 "Электроэнергетика и электротехника", модуль "Электроэнергетика" / С. Н. Удалов, 2014. - 457.

9 Ресурсы сети Интернет

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

10 Профессиональные базы данных

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

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

1. Microsoft Windows Professional 8 Russian
2. Microsoft Office Professional Plus 2013

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Экран с эл/приводом 180*180
2. мультимед.проектор ViewSonic PJ400
3. Компьютер P4 631/1646Gz/1024/120/3.5"/GF256/DVD-RW/ монитор Samsung940/кл/мышь
4. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м