

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

Структурное подразделение «Брикс кафедры»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №15 от 18 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ / RENEWABLE ENERGY SOURCES»

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Возобновляемая энергетика / Renewable energy

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Карамов Дмитрий
Николаевич
Дата подписания: 13.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Киреенко Анна
Павловна
Дата подписания: 16.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Карамов
Дмитрий Николаевич
Дата подписания: 13.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Возобновляемые энергоресурсы / Renewable energy sources» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-2 Способен к выполнению работ по проектированию оборудования и технологической автоматики возобновляемой энергетики	ПК-2.6
ПК-5 Способен решать задачи организации конструкторских работ по проектированию и реконструкции оборудования, а также технологической автоматики возобновляемой энергетики	ПК-5.6
ПК-6 Способен прогнозировать режимы работы электроэнергетической сети с большой долей возобновляемых источников энергетики	ПК-6.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.6	Знает основы преобразования энергии	Знать основы преобразования энергии солнца в тепловую энергию, устройство концентраторов солнечной энергии; фотоэлектрические преобразователи, физические основы преобразования. Уметь собирать и обрабатывать информацию о характеристиках ветра, солнечной радиации. Владеть методиками расчета солнечной радиации и ветропотенциала.
ПК-5.6	Владеет описанием основных физических процессов и явлений, протекающих в электротехнических установках	Знать основные физические процессы и явления, протекающие в электротехнических установках. Уметь рассчитать энергию и мощность ветрового потока, выбрать ВЭУ и определить ее технико-экономические характеристики. Владеть методиками расчета выходной мощности солнечных электростанций и ветропарков.
ПК-6.2	Демонстрирует знания по прогнозированию свойств и поведению объектов	Знать подходы к прогнозированию скорости ветра, солнечной радиации и их влияние на режимы

	возобновляемой энергетики	функционирования фотоэлектрических систем и ветропарков. Уметь определять количество поступающей на земную поверхность энергии солнечного излучения; выбрать конструкцию преобразователя солнечной энергии или тип солнечных панелей фотоэлектрической системы. Владеть различными методиками расчета мощностей ГЭС, ВЭУ, ФЭП.
--	---------------------------	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Возобновляемые энергоресурсы / Renewable energy sources» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Аварийные режимы в электроэнергетических системах / Power system faults», «Аналоговые и цифровые системы измерений / Analogue and digital measurement systems», «Качество электрической энергии / Power Quality Assessment», «Современные технологии генерации / Advanced technology in electrical power generation», «Силовая электроника / Power electronics»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Защита и управление распределенной генерацией / Protection and management of distributed energy sources», «Интеграция распределенной генерации в энергосистемы / Integration of distributed resources in power systems», «Имитационное моделирование в энергетике / Simulation in the energy sector», «Тенденции развития электротехнического оборудования в энергетике / Development trends of electrical equipment in the energy sector», «Проблемы развития и функционирования ЭЭС в современных условиях / Problems of development and functioning of electric power system under modern conditions», «Современные проблемы электроэнергетики и электротехники / Modern problems of power engineering and electrical engineering», «Методология создания интеллектуальных энергетических систем / Design methodology of intelligent energy systems»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	28	28
лекции	14	14
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	14	14
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	80	80
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36

Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен
--	---------	---------

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	Оценка потенциала ВИЭ.	1	2			1	1	2, 3	11	Устный опрос
2	Ветроэлектростан ции.	2	2			2	2	2	6	Устный опрос
3	Гидроэлектростан ции.	3	1			3	2	2, 4	11	Устный опрос
4	Малые ГЭС. Типовые схемы применения, особенности функционировани я.	4	1			4	2	2	6	Устный опрос
5	Фотоэлектрическ ие системы.	5	2			5	2	1, 2	14	Устный опрос
6	Интеграция солнечные электростанций в энергетические системы.	6	2			6	2	1, 2	14	Устный опрос
7	Геотермальные электростанции.	7	1			7	1	2	6	Устный опрос
8	Приливные электростанции.	8	1			8	1	2	6	Устный опрос
9	Биомасса и её использование. Установки газификации биомассы.	9	2			9	1	2	6	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		14				14		116	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Оценка потенциала ВИЭ.	1. Тема 1. Классификация альтернативных энергоресурсов и их оценка.
2	Ветроэлектростанции.	2. Тема 2. Основные положения физики ветроэнергетики.
3	Гидроэлектростанции.	3. Тема 3. Основные положения физики

		гидроэнергетики.
4	Малые ГЭС. Типовые схемы применения, особенности функционирования.	4. Тема 4. Физические и технические схемы использования малой гидроэнергетики.
5	Фотоэлектрические системы.	5. Тема 5. Основные положения солнечной энергетики.
6	Интеграция солнечных электростанций в энергетические системы.	6. Тема 6. Эффективность использования солнечной энергии.
7	Геотермальные электростанции.	7. Тема 7. Геотермальная энергия.
8	Приливные электростанции.	8. Тема 8. Энергия приливов и отливов.
9	Биомасса и её использование. Установки газификации биомассы.	9. Тема 9. Энергия биомассы.

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	Физический анализ потенциала ВИЭ.	1
2	Моделирование ВЭУ.	2
3	Практические расчеты гидроэлектростанций.	2
4	Создание напора и основное оборудование малых ГЭС, гидроаккумулирующих электростанций ГАЭС.	2
5	Солнечная энергия.	2
6	Фотоэлектрические системы.	2
7	Геотермальные установки.	1
8	Приливные электростанции.	1
9	Газификация биомассы.	1

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к контрольным работам	16
2	Подготовка к практическим занятиям	54
3	Подготовка презентаций	5
4	Решение специальных задач	5

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия, компьютерные симуляции, кейс-технология, мозговой штурм, проект

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

Студентам заранее назначается тема практического занятия, которую они должны изучить на основе лекционного материала, профессионального стандарта и рекомендованной литературы. По теме практического занятия проводится семинар в диалоговом режиме или в форме групповой дискуссии, решаются задачи, соответствующие теме занятия, проводится анализ ситуации.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка к практическим занятиям, выполнение презентаций, отчетов, рефератов и решение задач.

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 | Устный опрос

Описание процедуры.

Выдаются персональные задания по рассматриваемой теме. Задания имеют теоретическую часть состоящую из трех вопросов и задачи.

Примеры вопросов:

1. Перечислите основные характеристики ветроэнергетического кадастра.
2. Структура капитальных вложений в ВЭС.
3. Перечислите основные факторы, влияющие на себестоимость производства электроэнергии на ВЭС.

Задача: выполнить расчет выходной мощности фотоэлектрической системы 2 МВт. При интенсивности солнечного излучения 700 Вт/м².

Критерии оценивания.

1) "Отлично" - все выполнено верно и без ошибок; 2) "Хорошо" - задачи решены верно, теоретическая часть и ответы на вопросы имеют неточности; 3) "Удовлетворительно" - имеются неточности в решении задачи и ответах; 4) "Неудовлетворительно" - все ответы не верны.

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-2.6	Знает основы преобразования энергии солнца в тепловую энергию, устройство концентраторов солнечной энергии; фотоэлектрические преобразователи, физические основы преобразования. Умеет собирать и обрабатывать информацию о характеристиках ветра, солнечной радиации. Владеет методиками расчета солнечной радиации и ветропотенциала.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий и/или лабораторных работ.
ПК-5.6	Знает основные физические процессы и явления, протекающие в электротехнических установках. Умеет рассчитать энергию и мощность ветрового потока, выбрать ВЭУ и определить ее технико-экономические характеристики. Владеет методиками расчета выходной мощности солнечных электростанций и ветропарков.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий и/или лабораторных работ.
ПК-6.2	Знает подходы к прогнозированию скорости ветра, солнечной радиации и их влияние на режимы функционирования фотоэлектрических систем и ветропарков. Умеет определять количество поступающей на земную поверхность энергии солнечного излучения; выбрать конструкцию преобразователя солнечной энергии или тип солнечных панелей фотоэлектрической системы. Владеет различными методиками расчета мощностей ГЭС, ВЭУ, ФЭП.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий и/или лабораторных работ.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

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

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проходит в формате собеседования со студентом. К экзамену допускаются обучающиеся, которые выполнили практические работы. Оценивается понимание пройденного материала. Оценка производится по пятибалльной шкале. Знания, умения, владения обучающегося на экзамене оцениваются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Проверяется знание теоретического материала, наличие всех лекций и выполненных презентаций, пройденных тестов.

Экзамен проводится письменно по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет состоит из трех вопросов и задачи. В случае невыполнения критерия оценивания назначается дата пересдачи, но не более 2 раз с последующим опросом по всем темам дисциплины.

Пример задания:

Примеры вопросов к экзамену:

1. Классификация возобновляемых источников энергии.
2. Схемы согласования возобновляемых источников энергии с потребителями.
3. Что такое валовой, технический и экономический потенциалы?
4. Дать определение понятию капитальные вложения.
5. Экономический смысл понятия чистая приведенная стоимость проекта.
6. Как определяется индекс рентабельности инвестиций?
7. Внутренняя норма рентабельности проекта должна быть больше ставки рефинансирования центрального банка или меньше?
8. Какой срок окупаемости больше, простой или дисконтированный?
9. Опишите назначение ВЭУ и принцип ее работы.
10. Как определяется энергия и мощность воздушного потока?
11. Укажите характерные рабочие скорости ветра ВЭУ.
12. Как определить мощность ВЭУ?
13. Перечислите основные характеристики ветроэнергетического кадастра.
14. Структура капитальных вложений в ВЭС.
15. Перечислите основные факторы, влияющие на себестоимость производства электроэнергии на ВЭС.
16. Как снизить себестоимость производства электроэнергии на ВЭС?
17. Как влияет количество часов использования установленной мощности на себестоимость производства электроэнергии на ВЭС?
18. Какие барьеры необходимо преодолеть для массового внедрения ВЭС на вашей территории?
19. Дать определение понятию инфляция.
20. Что такое риск и как его учитывают в инвестиционных проектах?
21. Назовите основных отечественных производителей ВЭУ.
22. Что необходимо предпринять что бы улучшить технико-экономические показатели выпускаемых ВЭУ.
23. На какие проекты по вашему мнению должна быть направлена государственная поддержка использования ВЭС в России?
24. Опишите достоинства и недостатки малой гидроэнергетики.
25. Какие схемы используют на ГЭС для создания напора?
26. Какие турбины используют на малых ГЭС?
27. Как определяется мощность и энергия ГЭС за определенный период времени?
28. Опишите принцип работы ГАЭС.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Оценка «Отлично» - Обучающийся рационально применил	Оценка «Хорошо» - Обучающийся применил изученные методы расчета с	Оценка «Удовлетворительно» - Обучающийся применил изученные методы расчета, но	Оценка «Неудовлетворительно» - Обучающийся применил изученные методы расчета, но не

изученные методы расчета с подробным обоснованием решения при выполнении индивидуальных заданий.	подробным обоснованием решения задач, но допустил незначительные ошибки.	не привел подробного обоснования решения при выполнении индивидуальных заданий. Допустил ошибки.	привел подробного обоснования решения при выполнении и защите индивидуальных заданий. Допустил грубые ошибки.
--	--	--	---

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. Возобновляемые источники энергии: Теоретические основы, технологии, технические характеристики, экономика / Res Electricae Magdeburgenses Magdeburger Forum zur Elektrotechnik, 2010. - 211.
3. Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник для студентов вузов по направлению подготовки 140100 - "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. П. Баскаков, 2013. - 365.
4. 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.
5. Приложение к 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. - 1 эл. опт. диск
6. Юдаев И. В. Возобновляемые источники энергии : учебное пособие / И. В. Юдаев, 2020. - 328.
7. Юдаев И. В. Возобновляемые источники энергии : учебник / И. В. Юдаев, Ю. В. Даус, В. В. Гамага, 2021. - 328.
8. Юдаев И. В. Возобновляемые источники энергии : учебник для вузов / И. В. Юдаев, Ю. В. Даус, В. В. Гамага, 2024. - 328.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Возобновляемые источники энергии для индивидуального жилого дома : метод. указания по выполнению курсового проекта : для специальностей 270109 "Теплоснабжение и вентиляция" ... / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 30.
2. Гидроэлектростанции малой мощности : учеб. пособие для вузов по специальности 140202 "Нетрадиц. и возобновляемые источники энергии"... / А. Е. Андреев [и др.] ; под ред. В. В. Елистратова, 2005. - 431.
3. Абдрахманов Равиль Салихович. Ветроэнергетические установки и станции : учеб. пособие по курсу "Проектирование и эксплуатация установок нетрадиц. и возобновляемой энергетики": [Для вузов по специальности 100900 "Нетрадиц. и возобновляемые

источники энергии" направления 650900 "Электротехника"] / Р. С. Абдрахманов, А. В. Якимов, Ю. Г. Назмеев, 2003. - 65.

4. Абдрахманов Равиль Салихович. Климатические ресурсы ветра северных регионов и Дальнего Востока России и эффективность их использования в ветроэнергетике: (Справ. материалы) : метод. пособие по курсовому и диплом. проектированию для вузов по специальности "Нетрадиц. и возобновляемые источники энергии" / Р. С. Абдрахманов, А. В. Якимов, Ю. Г. Назмеев, 2003. - 110.

5. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии : [аналитический альбом] / Всерос. науч.-исслед. ин-т природ. газов и газовых технологий, Науч.-консультатив. АО-фирма "Энергосбережение" по рационализации использ. и экономии топлив.-энергет. ресурсов, 1996. - 211.

6. Твайделл Джон. Возобновляемые источники энергии / Джон Твайделл; Перевод с англ. (и предисл.) В. А. Коробкова, 1990. - 390.

7. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии Технология использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии / Р. Б. Ахмедов, 1987. - 174.

8. Берковский Борис Михайлович. Возобновляемые источники энергии на службе человека / Борис Михайлович Берковский; Отв. ред. А. Е. Шейндлин, 1987. - 125.

9. Возобновляемые источники энергии / [Редкол.: Б. И. Казанджан (гл. ред.) и др.], 1990. - 223.

10. Сибикин Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин, 2010. - 227.

11. Роза А. В. да. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы : учебное пособие / А. да Роза; пер. с англ., под ред. С. П. Малышенко, О. С. Попеля, 2010. - 702.

12. Баранов Н. Н. Нетрадиционные возобновляемые источники и методы преобразования их энергии / Н. Н. Баранов, 2011. - 216.

13. 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.

14. Дубровский В. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / В. А. Дубровский, 2011. - 366.

15. Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 8-й междунаrod. науч.-тех. конф. (16 - 17 мая 2012 г., г. Москва, ГНУ ВИЭСХ) / науч. ред. Н. Ф. Молоснов; Всерос. науч.-исслед. ин-т электрификации сельского хозяйства [и др.]. Ч. 4 : Возобновляемые источники энергии. Местные энергоресурсы. Экология, 2012. - 282.

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. Свободно распространяемое программное обеспечение Python

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Доска аудиторная ДА-3а
2. Доска аудиторная ДА-3а
3. Ком-т лаб.обор." Умная местная распределительная электрическая сеть" УМРЭС1-С-К(стендовое исполнение,компьютер-ая версия)
4. Комплект лабораторного оборудования "Умный счетчик электрической энергии"(стендовое исполнение,компьютеризованная версия) УСЭЭ1-С-К
5. Ком-т лаб.обор."Электромонтажный стол" ЭМС2-С (стендовое исполнение)
6. Комплект лабораторного оборудования "Приборный учет потребления электрической энергии-автоматизированная система контроля и учета электроэнергии" ПУПЭЭ1-АСКУЭ-С-К (стендовое исполнение,компьютер.версия)
7. Тепловизор FLIR T420
8. Демонстрационный стенд
9. Анализатор качества электрической энергии UMG 511
10. Накопитель данных Eltek Squirrel 2010
11. Шкаф РМУ
12. Аккумуляторная батарея AGM Sacred Sun SP12-100
13. Двухсторонний информационный стенд
14. Рама для солнечной батареи
15. Рама для солнечной батареи
16. Рама для солнечной батареи
17. Модуль солнечной батареи 120Вт
18. Модуль солнечной батареи 80Вт
19. Аморфная панель BEKAR 100-105

20. Модуль солнечной батареи 235Вт

21. Система информационно-электроизмерительная