

**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

«ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА / RENEWABLE ENERGY»

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Современные технологии электроэнергетики / Power Electrical Engineering

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Карамов Дмитрий
Николаевич
Дата подписания: 02.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Киреенко Анна
Павловна
Дата подписания: 03.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Карамов
Дмитрий Николаевич
Дата подписания: 02.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Возобновляемая энергетика / Renewable Energy» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-3 Способность к планированию, организации и ведению работ по эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПКР-3.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-3.2	Демонстрирует знания особенностей возобновляемой энергетики	Знать Основы преобразования энергии солнца в тепловую энергию, устройство концентраторов солнечной энергии; фотоэлектрические преобразователи, физические основы преобразования, применение. Уметь Собирать и обрабатывать информацию о характеристиках ветра; рассчитать энергию и мощность ветрового потока, выбрать ВЭУ и определить ее технико-экономические характеристики; определять количество поступающей на земную поверхность энергии солнечного излучения; выбрать конструкцию преобразователя солнечной энергии в тепловую или тип концентратора солнечной энергии. Владеть Различными методиками расчета мощностей использующих возобновляемые источники энергии, подходами к оценке экономической эффективности, технической интеграции в централизованные и автономные энергетические системы и комплексы.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Возобновляемая энергетика / Renewable Energy» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Введение в профессиональную деятельность / Introduction into Professional Activities», «Общая энергетика / General Energy Issues», «Электротехнологическое и конструкционное материаловедение / Electrotechnological and Structural Materials Science», «Надежность

электроэнергетических систем / Reliability of electric power systems», «Электрические машины / Electric Machines», «Математическое моделирование в энергетике и электротехнике / Mathematical Modeling in Power Engineering and Electrical Engineering»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Энергоснабжение / Energy Supply», «Интегрированные энергосистемы / Integrated Energy Systems», «Интеллектуальная энергетика / Smart energy», «Электрические станции и подстанции / Power Stations and Substations», «Проектирование электроустановок подстанций / Designing of Electrical Substations», «Системы электроснабжения / Power Supply Systems», «Системы аккумулирования энергии / Electric Energy Storage Systems», «Актуальные вопросы распределённой генерации / Actual Issues of Distributed Generation», «Специальные вопросы экономики энергетике / Special Issues of Energy Economics»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	30	30
лекции	15	15
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	15	15
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	42	42
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 № 5

№ 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	Тема 1. Классификация альтернативных энергоресурсов и их оценка.	1	1			1	1	2	2	Устный опрос
2	Тема 2. Основные	2	2			2	1	1, 2,	6	Устный

	положения физики ветроэнергетики.							3		опрос
3	Тема 3. Основные положения физики гидроэнергетики.	3	2			3	1	2, 3	4	Устный опрос
4	Тема 4. Физические и технические схемы использования малой гидроэнергетики.	4	1			5	1	2	2	Устный опрос
5	Тема 5. Основные положения солнечной энергетики.	5	2			6	1	2, 3	4	Устный опрос
6	Тема 6. Эффективность использования солнечной энергии.	6	1			7	1	1, 2	4	Устный опрос
7	Тема 7. Геотермальная энергия.	7	2			8	1	2	2	Устный опрос
8	Тема 8. Энергия приливов и отливов.	8	2			9	1	2	2	Устный опрос
9	Тема 9. Энергия биомассы.	9	2			10	1	2	2	Устный опрос
10	Решение задач по всем разделам дисциплины.					11	3	4	6	Решение задач
11	Решение специальных задач повышенной сложности.					12	3	4	8	Решение задач
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		15				15		78	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Тема 1. Классификация альтернативных энергоресурсов и их оценка.	Методы классификации возобновляемых источников (ВИЭ) и методы оценки энергетического потенциала ВИЭ
2	Тема 2. Основные положения физики ветроэнергетики.	Факторы влияющие на эффективность проекта ветроэлектростанций (ВЭС).
3	Тема 3. Основные положения физики гидроэнергетики.	Гидроэнергетический потенциал и степень его использования для различных регионов. Применяемые схемы создания напора.

4	Тема 4. Физические и технические схемы использования малой гидроэнергетики.	Методы расчета мощности и выработки на малых ГЭС. Капитальные вложения и издержки на строительство и эксплуатацию малой ГЭС в заданной местности
5	Тема 5. Основные положения солнечной энергетики.	Принцип работы фотоэлектрических панелей и солнечных электростанций.
6	Тема 6. Эффективность использования солнечной энергии.	Капитальные вложения и издержки на строительство и эксплуатацию солнечных электростанций (СЭС) в заданной местности. Эффективность вариантов реализации СЭС
7	Тема 7. Геотермальная энергия.	Виды ресурсов и запасов геотермальной энергии. Состояние и перспективы развития геотермальной энергетики.
8	Тема 8. Энергия приливов и отливов.	Энергетический потенциал приливов и отливов. Капитальные вложения и издержки на строительство и эксплуатацию ПЭС в заданной местности
9	Тема 9. Энергия биомассы.	Потенциал использования биомассы.
10	Решение задач по всем разделам дисциплины.	Решение задач по разделам предмета.
11	Решение специальных задач повышенной сложности.	Индивидуальные задания, задачи, расчетно-графические работы по разделам дисциплины.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Физический анализ потенциала ВИЭ.	1
2	Моделирование ВЭУ.	1
3	Практические расчеты гидроэлектростанций.	1
5	Создание напора и основное оборудование малых ГЭС, гидроаккумулирующих электростанций ГАЭС.	1
6	Солнечная энергия.	1
7	Фотоэлектрические системы.	1
8	Геотермальные установки.	1
9	Приливные электростанции.	1
10	Газификация биомассы.	1
11	Решение задач по темам предмета.	3
12	Решение задач повышенной сложности.	3

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к контрольным работам	4
2	Подготовка к практическим занятиям	18
3	Подготовка презентаций	6
4	Решение специальных задач	14

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 5 | 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.

6.1.2 семестр 5 | Решение задач

Описание процедуры.

Выдаются персональные задания по рассматриваемой теме. Задания имеют теоретическую часть и задачи.

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
ПКР-3.2	<ul style="list-style-type: none"> - знает основы преобразования энергии солнца в тепловую энергию, устройство концентраторов солнечной энергии; фотоэлектрические преобразователи, физические основы преобразования, применение; - умеет собирать и обрабатывать информацию о характеристиках ветра; рассчитать энергию и мощность ветрового потока, выбрать ВЭУ и определить ее технико-экономические характеристики; определять количество поступающей на земную поверхность энергии солнечного излучения; выбрать конструкцию преобразователя солнечной энергии в тепловую или тип концентратора солнечной энергии. - владеет: различными методиками расчета мощностей использующих возобновляемые источники энергии, подходами к оценке экономической эффективности, технической интеграции в централизованные и автономные энергетические системы и комплексы. 	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 5, 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 чтобы 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 изученные методы расчета с подробным обоснованием решения при выполнении индивидуальных заданий.	Оценка «Хорошо» - Обучающийся применил изученные методы расчета с подробным обоснованием решения задач, но допустил незначительные ошибки.	Оценка «Удовлетворительно» - Обучающийся применил изученные методы расчета, но не привел подробного обоснования решения при выполнении индивидуальных заданий. Допустил ошибки.	Оценка «Неудовлетворительно» - Обучающийся применил изученные методы расчета, но не 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 международ. 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-За
2. Доска аудиторная ДА-За
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 ВЕКAR 100-105
20. Модуль солнечной батареи 235Вт
21. Система информационно-электроизмерительная