

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Красноярский государственный аграрный университет»

Институт инженерных систем и энергетики
Кафедра электроснабжение сельского хозяйства

СОГЛАСОВАНО:
Директор института
Н.В. Кузьмин

«28» апреля 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор Красноярского ГАУ
Пыжикова Н.И.

«28» апреля 2025 г.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ВЫДАННОЙ: ФГБОУ ВО КРАСНОЯРСКИЙ ГАУ
ВЛАДЕЛЕЦ: РЕКТОР ПЫЖИКОВА Н.И.
ДЕЙСТВИТЕЛЕН: 15.05.2025 - 08.08.2026

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии ФГОС ВО

Направление подготовки 35.04.06 «Агроинженерия»

Направленность: Электрооборудование и электротехнологии в АПК

Курс 2

Семестры 3

Форма обучения заочная

Квалификация выпускника «Магистр»

Срок освоения ОПОП: 2 года 5 месяцев

Красноярск 2025

Составитель: к.т.н., доцент Бастрон А.В. «7» марта 2025 г.

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», профессионального стандарта «Специалист в области механизации сельского хозяйства», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 мая 2014 г № 340н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 06 июня 2014 г., регистрационный № 32609), образовательного стандарта № 709 от 26.07.2017 г

Программа обсуждена на заседании кафедры электроснабжения сельского хозяйства протокол № 7 от «7» марта 2025 г.

Зав. кафедрой к.т.н, доцент Бастрон А.В. «7» марта 2025 г.

Лист согласования рабочей программы

Программа принята методической комиссией института инженерных систем и энергетики протокол № 7 «27» марта 2025 г.

Председатель методической комиссии к.п.н., доцент Носкова О.Е.

Заведующий выпускающей кафедрой по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, к.т.н., доцент Бастрон А.В. «27» марта 2025 г.

Оглавление

Аннотация	5
1 Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
Цели и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов	6
2 обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	
3 Организационно-методические данные дисциплины	8
4 Структура и содержание дисциплины	9
4.1 Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины	9
4.2 Содержание модулей дисциплины	11
4.3 Содержание лекционного курса	12
4.4 Лабораторные/практические/семинарские занятия	13
4.5 Самостоятельное изучение разделов дисциплины и виды самоподготовки к текущему контролю знаний	15
4.5.1 Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	16
4.5.2 Курсовые проекты (работы)/ контрольные работы/ расчетно-графические работы/ учебно-исследовательские работы	18
5 Взаимосвязь видов учебных занятий	19
6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	19
6.1 Карта обеспеченности литературой	19
6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»)	22
6.3 Программное обеспечение	22
7 Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций	24
8 Материально-техническое обеспечение дисциплины	25
9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	26
9.1 Методические указания по дисциплине для обучающихся	26
9.2 Методические указания по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	27

Аннотация

Дисциплина «Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (дисциплина базовой части Б1.В.01) подготовки студентов по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», направленность (профиль) «Электрооборудование и электротехнологии в АПК». Дисциплина реализуется в институте инженерных систем и энергетики кафедрой электроснабжения сельского хозяйства.

Дисциплина нацелена на формирование профессиональной компетенции ПК-3. Способен проводить инженерные расчеты для проектирования систем и объектов, осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением теории и методов расчета гелио-, био- и геотермальных установок, используемых для производства тепловой и электрической энергии; математическим моделированием процессов в энергетических установках, использующих возобновляемые источники энергии (ВИЭ); разработкой и оптимизацией конструкций энергетических установок для сельскохозяйственного производства и быта, использующих ВИЭ.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельную работу студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме защиты: отчетов по лабораторным работам и расчетно-графической работы и промежуточный контроль в форме дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет четыре зачетных единицы, 144 час. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (6 час.), лабораторные работы (8 час.) и самостоятельная работа студента (126 час.).

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии» являются «Основы возобновляемых источников энергии», «Теоретические основы электротехники», «Электронная техника», «Электрические машины», «Гидравлика», «Электроснабжение», «Основы проектной деятельности», «Оценка эффективности инвестиционных проектов».

Дисциплина «Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии» является основополагающей для изучения дисциплины «Эксплуатация энергетических установок», а также выполнения выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является углубленное изучение отдельных вопросов энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей с использованием энергии солнца, земли, биомассы, позволяющих обеспечить эффективное решение задач снижения энергозатрат путем замены традиционного энергетического оборудования на энергетическое оборудование, использующее ВИЭ.

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

2. Цели и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью преподаваемой дисциплины является освоение студентами теоретических знаний, приобретение практических умений и навыков, необходимых для обоснования рациональных параметров и режимов работы систем энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей с использованием ВИЭ (солнечной энергии, тепловой энергии земли, энергии биомассы и других) путем проведения научных исследований потенциала ресурсов ВИЭ в Красноярском крае, республиках Хакасия и Тыва и технических средств по их преобразованию в электрическую и тепловую энергию по общепринятым методикам, составления их описания и формулировки выводов о целесообразности использования ВИЭ в разрезе муниципальных образований.

Задачи:

- научить студентов общепринятым и современным методикам исследования технического и экономического потенциала ресурсов ВИЭ (солнечной энергии, тепловой энергии земли и энергии биомассы) для энергообеспечения нужд сельского хозяйства Красноярского края, республик Хакасия и Тыва в разрезе муниципальных образований;
- обучить студентов пользоваться современными методиками проведения научных исследований и обоснования рациональных параметров и ре-

жимов работы систем энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей с использованием ВИЭ, а также составлять их описание;

- на основе проведенных студентами научных исследований научить их проектировать рациональные автономные или комбинированные системы электроснабжения с использованием ВИЭ (солнечной энергии, тепловой энергии земли и энергии биомассы) для обеспечения нужд сельского хозяйства с учетом особенностей потребителей электрической энергии и географического места их расположения;

- научить студентов выполнять технико-экономическую оценку эффективности новых технических решений по использованию ВИЭ для энергообеспечения нужд сельского хозяйства и формулировать выводы;

- научить студентов давать оценку социально-экономическим последствиям развития сельской энергетики с использованием ВИЭ (солнечной энергии, тепловой энергии земли и энергии биомассы) в разрезе муниципальных образований Красноярского края, республик Хакасия и Тыва.

Таблица 1

Перечень планируемых результатов по дисциплине

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-3. Способен проводить инженерные расчеты для проектирования систем и объектов, осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-3.1 - Проводит инженерные расчеты для проектирования оборудования и их рабочие органы, приборы, аппараты, оборудование для инженерного обеспечения производства сельскохозяйственной продукции	Знать: - технический и экономический потенциал ресурсов ВИЭ (солнечной энергетики, биоэнергетики и других видов), для энергообеспечения нужд сельского хозяйства Красноярского края, республик Хакасия и Тыва в разрезе муниципальных образований;
	ПК-3.2 - – Использует принципы построения технического задания, нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации ПК-3.3 - Осуществляет контроль соответствия разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным	Уметь: - пользоваться современными методиками проведения научных исследований и обоснования рациональных параметров и режимов работы систем энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей с использованием ВИЭ, а также составлять их описание и формулировать выводы по результатам проведенных научных исследований; - проводить технико-экономическое обоснование рационального вари-

	документам оформляет проектно-конструкторскую документацию в соответствии со стандартами	анта энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей с использованием ВИЭ и формулировать выводы о целесообразности использования ВИЭ в разрезе муниципальных образований
		Владеть: - общепринятыми и современными методиками исследования технического и экономического потенциала ресурсов ВИЭ (солнечной энергии, тепловой энергии земли и энергии биомассы) для энергообеспечения нужд сельского хозяйства Красноярского края, республик Хакасия и Тыва в разрезе муниципальных образований

3. Организационно-методические данные дисциплины

Таблица 2

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	зач. ед.	час.	по семестрам	
			№3	
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	4,0	144	144	
Контактная работа	0,4	14	14	
в том числе:				
Лекции (Л)/ в том числе в интерактивной форме		6/2	6/2	
Лабораторные работы (ЛР)/ в том числе в интерактивной форме		8/4	8/4	
Самостоятельная работа (СРС)	3,5	126	126	
в том числе:				
самостоятельное изучение тем и разделов		90	90	
расчетно-графическая работа		40	40	
самоподготовка к текущему контролю знаний				
Подготовка к зачету	0,1	4	4	
Вид контроля:	Дифференцированный зачет			

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины

Таблица 3

Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Аудиторная работа		Внеаудитор- ная работа (СРС)
		Л	ЛПЗ	
Модуль 1. Роль ВИЭ в энергетике	10			10
Модульная единица 1.1. Потенциаль- ные возможности использования ВИЭ				3
Модульная единица 1.2. Состояние разработок систем энергообеспечения с использованием ВИЭ в мире, России, Красноярском крае				3
Модульная единица 1.3. Состояние производства и проблемы использо- вания ВИЭ в мире, России, Красноярском крае				4
Модуль 2. Использование солнечной энергии	50	2	4	44
Модульная единица 2.1. Происхожде- ние солнечной энергии. История разви- тия использования солнечной энергии человечеством				4
Модульная единица 2.2. Солнечное излучение. Определение интенсивности солнечного излучения. Преобразование солнечной энергии в электрическую. Солнечные элемент, модуль, батарея, фотоэлектрическая станция. Расчет сол- нечной фотоэлектрической электро- станции (СФЭ)				5
Модульная единица 2.3. Современные конструкции солнечных элементов, мо- дулей, батарей, фотоэлектрических станций		2	2	6
Модульная единица 2.4. Башенные и модульные солнечные электростанции				4
Модульная единица 2.5. Преобразова- ние солнечной энергии в тепловую				5
Модульная единица 2.6. Современные конструкции солнечных коллекторов				4
Модульная единица 2.7. Расчет систем солнечного теплоснабжения. Использо- вание солнечной энергии для нагрева воды				6

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Аудиторная работа		Внеаудитор- ная работа (СРС)
		Л	ЛПЗ	
Модульная единица 2.8. Теплопроиз- водительность солнечной установки и коэффициент полезного действия			2	6
Модульная единица 2.9. Использо- вание солнечной энергии при заготовке сена				4
Модуль 3. Использование энергии биомассы	60	2	4	54
Модульная единица 3.1. Производство биомассы для энергетических целей. Процессы утилизации биомассы			4	10
Модульная единица 3.2. Методы полу- чения биогаза. Исходный материал для получения биогаза				29
Модульная единица 3.3. Классифика- ция и конструкция биогазовых устано- вок. Методика проектирования биогазо- вой установки. Критерии оценки эффек- тивности получения биогаза		2		
Модульная единица 3.4. Когенераци- онные установки для производства теп- ловой и электрической энергии из био- газа				15
Модуль 4. Использование тепловой энергии земли	16	2		14
Модульная единица 4.1. Геотермаль- ные ресурсы и их типы. Использование геотермальной энергии				8
Модульная единица 4.2. Использо- вание низкопотенциального тепла Земли		2		
Модульная единица 4.3. Современные конструкции теплонасосных установок, использующих тепловую энергию грун- та				6
Модуль 5. Техничко-экономическое обоснование выбора варианта ис- пользования ВИЭ для энергообеспе- чения сельскохозяйственных потре- бителей	4			4
Модульная единица 5.1. Техничко- экономическое обоснование выбора ва- рианта электроснабжения сельского района				4
Итого по модулям	140	6	8	126
Подготовка к зачету	4			4
ИТОГО	144	6	8	130

4.2. Содержание модулей дисциплины

Модуль 1. Роль ВИЭ в энергетике

Модульная единица 1.1.

Потенциальные возможности использования ВИЭ. Основные понятия и определения.

Научные принципы использования возобновляемых источников энергии. Технические проблемы использования возобновляемых источников энергии.

Модульная единица 1.2.

Состояние разработок систем энергообеспечения с использованием ВИЭ в мире, России, Красноярском крае

Модульная единица 1.3.

Состояние производства и проблемы использования ВИЭ в мире, России, Красноярском крае

Модуль 2. Использование солнечной энергии

Модульная единица 2.1.

Происхождение солнечной энергии.

История развития использования солнечной энергии человечеством

Модульная единица 2.2.

Солнечное излучение. Определение интенсивности солнечного излучения. Преобразование солнечной энергии в электрическую. Солнечные элемент, модуль, батарея, фотоэлектрическая станция. Расчет солнечной фотоэлектрической электростанции (СФЭ).

Модульная единица 2.3.

Современные конструкции солнечных элементов, модулей, батарей, фотоэлектрических станций.

Модульная единица 2.4.

Башенные и модульные солнечные электростанции.

Модульная единица 2.5.

Преобразование солнечной энергии в тепловую.

Модульная единица 2.6.

Современные конструкции солнечных коллекторов.

Модульная единица 2.7.

Расчет систем солнечного теплоснабжения. Использование солнечной энергии для нагрева воды.

Модульная единица 2.8.

Теплопроизводительность солнечной установки и коэффициент полезного действия

Модульная единица 2.9.

Использование солнечной энергии при заготовке сена. Классификация и конструкции гелиоколлекторов-сушилок. Методика расчета конструкции гелиоколлектора-сушилки.

Модуль 3. Использование энергии биомассы

Модульная единица 3.1.

Производство биомассы для энергетических целей. Процессы утилизации биомассы.

Модульная единица 3.2.

Методы получения биогаза. Исходный материал для получения биогаза.

Модульная единица 3.3.

Классификация и конструкция биогазовых установок. Методика проектирования биогазовой установки. Критерии оценки эффективности получения биогаза.

Модульная единица 3.4.

Когенерационные установки для производства тепловой и электрической энергии из биогаза.

Модуль 4. Использование тепловой энергии земли

Модульная единица 4.1.

Геотермальные ресурсы и их типы.

Использование геотермальной энергии

Модульная единица 4.2.

Использование низкопотенциального тепла Земли

Модульная единица 4.3.

Современные конструкции теплонасосных установок, использующих тепловую энергию грунта.

Модуль 5. Техничко-экономическое обоснование выбора варианта использования ВИЭ для энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей

Модульная единица 5.1.

Техничко-экономическое обоснование выбора варианта электроснабжения сельского района.

4.3. Лекционные занятия

Таблица 4

Содержание лекционного курса

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид ¹ контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Модуль 1. Использование солнечной энергии		Тестирование	2
1	Модульная единица 2.3. Конструкции ФЭС	Лекция №1. Современные конструкции солнечных элементов, модулей, батарей, фотоэлектрических станций	Дифференцированный зачет	2
	Модуль 3. Использование энергии биомассы		Тестирование	2

¹ Вид мероприятия: тестирование, коллоквиум, зачет, экзамен, другое

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид ¹ контрольного мероприятия	Кол-во часов
2	Модульная единица 3.3. Классификация и конструкция биогазовых установок	Лекция №2. Классификация и конструкция биогазовых установок. Методика проектирования биогазовой установки. Критерии оценки эффективности получения биогаза. Интерактивное занятие – видео по конструкциям биогазовых установок. Биогазовые установки ООО «СельхозБиогаз» (г. Киров).	Дифференцированный зачет	2
Модуль 4. Использование тепловой энергии земли			Тестирование	2
3	Модульная единица 4.2. Использование низкопотенциального тепла Земли	Лекция №3. Использование низкопотенциального тепла Земли. Интерактивное занятие – презентации по теплонасосным установкам Vitocal фирмы Viessmann и видео по конструкциям теплонасосных установок. Мастер-класс по выбору теплонасосных установок Vitocal для систем отопления жилых домов и общественных зданий.	Дифференцированный зачет	2
ИТОГО				6

4.4. Лабораторные занятия

Таблица 5

Содержание занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных/практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид ² контрольного мероприятия	Кол-во часов
Модуль 2. Использование солнечной энергии			Тестирование	4
1	Модульная единица 2.3. Современные конструкции солнечных элемен-	Занятие №4. «Изучение конструкции и режимов работы фотоэлектриче-	Защита отчета	2

² Вид мероприятия: защита, тестирование, коллоквиум, другое

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных/ практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид ² контрольного мероприятия	Кол- во часов
	тов, модулей, батарей, фотоэлектрических станций	ской солнечной электростанции»		
2	Модульная единица 2.8. Теплопроизводительность солнечной установки	Занятие №1. «Изучение систем солнечного горячего водоснабжения с расчетом КПД солнечного коллектора». Интерактивное занятие - в виде семинара с представителями фирм проектирующих, монтирующих, эксплуатирующих и поставляющих оборудование для систем энергообеспечения с использованием ВИЭ (ООО «СВС-Красноярск», ООО «Красноярскгражданпроект» и др.) на объекте, где используются системы солнечного горячего водоснабжения	Защита отчета. Участие в семинаре	2
	Модуль 3. Использование энергии биомассы		Тестирование	4
3	Модульная единица 3.1. Производство биомассы для энергетических целей	Занятие №7. «Изучение систем теплоснабжения сельских жилых домов с использованием пеллетных котлов». Интерактивное занятие – мастер-класс по выбору оборудования ООО «ZOTA» (г. Красноярск) для систем отопления, использующих в качестве топлива пеллеты и брикеты, производимые в Красноярском крае	Защита отчета	2
Дифференцированный зачет		Зачетные мероприятия		2
Итого				8

4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины и виды самоподготовки к текущему контролю знаний

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине «Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии» организуется с целью развития навыков работы с учебной и научной литературой, выработки способности вести научно-исследовательскую работу, а также для систематического изучения дисциплины.

Самостоятельная работа по дисциплине «Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии» имеет следующие формы организации:

- организация и использование электронного учебного курса дисциплины, размещенного на платформе LMS Moodle для СРС;
- работа над теоретическим материалом, прочитанным на лекциях;
- самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины;
- подготовка отчетов по лабораторным занятиям;
- выполнение контрольных заданий при самостоятельном изучении дисциплины;
- выполнение расчетно-графической работы;
- самотестирование по тестам.

Работа над теоретическим материалом, прочитанным на лекциях, самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины и подготовка к лабораторным занятиям осуществляется с использованием электронного учебного курса «Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии» размещенного на платформе LMS Moodle (URL: <https://e.kgau.ru/course/view.php?id=3556>).

Самостоятельная подготовка к защите материала лабораторных занятий может осуществляться путем использования как описания работ, приведенных в указанной ЭУК дисциплине «Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии» на платформе MOODLE, так и учебного пособия [Бастрон, А.В. Энергообеспечение потребителей с использованием возобновляемых источников энергии: учебное пособие / А.В. Бастрон, С.К. Шерязов; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 118 с.; URL: <http://www.kgau.ru/new/student/43/content/48.pdf>]. В конце каждой работы приведены контрольные вопросы, знание правильных ответов на которые и позволит качественно подготовиться студенту к защите работы. Кроме того, в ЭУК после каждой работы приведены тесты, ответы на которые также позволят обучающемуся самостоятельно оценить его степень усвоения материала.

При выполнении расчетно-графической работы следует руководствоваться методическими указаниями [Бастрон А.В. Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии: метод. указания / А.В. Бастрон; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. - 44 с.].

4.5.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний

Таблица 6

Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
Модуль 1		Роль ВИЭ в энергетике	10
1	Модульная единица 1.1. Потенциальные возможности использования ВИЭ	Потенциальные возможности использования ВИЭ. Основные понятия и определения. Научные принципы использования возобновляемых источников энергии. Технические проблемы использования возобновляемых источников энергии.	2
		Подготовка к тестированию	1
2	Модульная единица 1.2. Состояние разработок систем энергообеспечения с использованием ВИЭ в мире, России, Красноярском крае	Состояние разработок систем энергообеспечения с использованием ВИЭ в мире, России, Красноярском крае.	2
		Подготовка к тестированию	1
3	Модульная единица 1.3. Состояние производства и проблемы использования ВИЭ в мире, России, Красноярском крае	Состояние производства и проблемы использования ВИЭ в мире, России, Красноярском крае.	3
		Подготовка к тестированию	1
Модуль 2		Использование солнечной энергии	44
4	Модульная единица 2.1. Происхождение солнечной энергии. История развития использования солнечной энергии человечеством	Происхождение солнечной энергии. История развития использования солнечной энергии человечеством.	3
		Подготовка к тестированию	1
5	Модульная единица 2.2. Солнечное излучение	Солнечное излучение. Определение интенсивности солнечного излучения. Преобразование солнечной энергии в электрическую. Солнечные элемент, модуль, батарея, фотоэлектрическая станция. Расчет солнечной фотоэлектрической электростанции (СФЭС).	4
		Подготовка к тестированию	1
6	Модульная единица 2.3. Современные конструкции	Современные конструкции солнечных элементов, модулей, батарей, фотоэлектрических станций.	3

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
	ции солнечных элементов, модулей, батарей, фотоэлектрических станций	Подготовка отчета по лабораторной работе №4.	2
		Подготовка к тестированию	1
7	Модульная единица 2.4. Башенные и модульные солнечные электростанции	Башенные и модульные солнечные электростанции.	3
		Подготовка к тестированию	1
8	Модульная единица 2.5. Преобразование солнечной энергии в тепловую	Преобразование солнечной энергии в тепловую.	4
		Подготовка к тестированию	1
9	Модульная единица 2.6. Современные конструкции солнечных коллекторов	Современные конструкции солнечных коллекторов.	3
		Подготовка к тестированию	1
10	Модульная единица 2.7. Расчет систем солнечного теплоснабжения	Расчет систем солнечного теплоснабжения. Использование солнечной энергии для нагрева воды.	3
		Подготовка отчета по лабораторной работе №2.	2
		Подготовка к тестированию	1
11	Модульная единица 2.8. Теплопроизводительность солнечной установки	Теплопроизводительность солнечной установки и коэффициент полезного действия.	3
		Подготовка отчета по лабораторной работе №1.	2
		Подготовка к тестированию	1
12	Модульная единица 2.9. Использование солнечной энергии при заготовке сена	Использование солнечной энергии при заготовке сена.	3
		Подготовка к тестированию	1
Модуль 3 Использование энергии биомассы			54
13	Модульная единица 3.1. Производство биомассы для энергетических целей	Производство биомассы для энергетических целей. Процессы утилизации биомассы.	3
		Подготовка отчета по лабораторной работе №7.	2
		Выполнение разделов РГР «Расчет и выбор биогазовой установки для климатических условий Красноярского края».	6
		Подготовка к тестированию	1
14	Модульная единица 3.2. Метановое сбраживание биомассы	Метановое сбраживание биомассы. Процессы перемешивания субстрата в реакторе биогазовой установки. Схемы биогазовых установок. Основы оптимизации биогазовой установки.	4

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
		Выполнение разделов РГР «Расчет и выбор биогазовой установки для климатических условий Красноярского края».	24
		Подготовка к тестированию	1
15	Модульная единица 3.4. Когенерационные установки для производства тепловой и электрической энергии из биогаза	Когенерационные установки для производства тепловой и электрической энергии из биогаза.	4
		Выполнение разделов РГР «Расчет и выбор биогазовой установки для климатических условий Красноярского края».	10
		Подготовка к тестированию	1
		Модуль 4 Использование тепловой энергии земли	
16	Модульная единица 4.1. Геотермальные ресурсы и их типы	Геотермальные ресурсы и их типы. Использование геотермальной энергии.	7
		Подготовка к тестированию	1
17	Модульная единица 4.3. Современные конструкции теплонасосных установок, использующих тепловую энергию грунта	Современные конструкции теплонасосных установок, использующих тепловую энергию грунта.	5
		Подготовка к тестированию	1
Модуль 5. Технико-экономическое обоснование выбора варианта использования ВИЭ для энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей			4
18	Модульная единица 5.1. Технико-экономическое обоснование выбора варианта электроснабжения сельского района	Технико-экономическое обоснование выбора варианта электроснабжения сельского района.	3
		Подготовка к тестированию	1
	Подготовка к зачету		4
ВСЕГО			130

4.5.2. Расчетно-графическая работа

Таблица 7

№ п/п	Темы расчетно-графических работ	Рекомендуемая литература (номер источника в соответствии с прилагаемым списком)
1	«Расчет удельной теплопроизводительности солнечного коллектора и выбор системы солнечного горячего водоснабжения для климатических условий Красноярского края»	1, 4, 7

№ п/п	Темы расчетно-графических работ	Рекомендуемая литература (номер источника в соответствии с прилагаемым списком)
2	«Расчет и выбор биогазовой установки для климатических условий Красноярского края»	1, 4, 7

Студент выполняет одну из двух предлагаемых расчетно-графических работ по желанию (исходные данные – по варианту зачетной книжки).

Подготовка расчетно-графической работы включает следующие этапы:

- изучение известных методик расчета биогазовых установок. Адаптация известных методик расчета биогазовой установки под заданные исходные данные. Предварительный расчет биогазовой установки;
- выбор подходящей биогазовой установки, изучение ее технических характеристик. Описание технологии производства биогаза и конструкции самой биогазовой установки;
- уточнение результатов расчета биогазовой установки моделированием параметров и режимов работы компонентов установки (биореакторы, когенерационные установки и т.д.).

5. Взаимосвязь видов учебных занятий

Таблица 8

Взаимосвязь компетенций с учебным материалом и контролем знаний студентов

Компетенции	Лекции	ЛПЗ	СРС	Другие виды	Вид контроля
ПК-7. Способен проводить научные исследования по общепринятым методикам, составлять их описание и формулировать выводы	1 - 3	1, 4, 7	1 - 18		Защита л/р. Тесты. Защита РГР. Дифференцированный зачет

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Карта обеспеченности литературой (таблица 9)

Таблица 9

КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙКафедра электроснабжения сельского хозяйства Направление подготовки (специальность) 35.04.06 «Агроинженерия»Дисциплина «Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии»

Вид занятия	Наименование	Авторы	Издательство	Год издания	Вид издания		Место хранения		Необходимое количество экз.	Количество экз. в вузе
					Печ.	Электр.	Библ.	Каф.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Лекции, СРС	Использование возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве: учеб. пособие	Шерязов С.К., Пташкина-Гирин О.С.	Челябинск: ЧГАА	2013	+	+	+	+	13	25
Лекции, СРС	Возобновляемые источники энергии Учебник	Удалов С. Н.	Новосибирск: НГТУ	2009	+		+		13	49
Лекции, СРС	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие	Меновщиков Ю.А., Куликова Л.В.	Новосибирск: Новосибирский гос. аграр. ун-т; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова	2007	+	+	+	+	13 1	26
Лабораторные работы, СРС	Энергообеспечение потребителей с использованием возобновляемых источников энергии: учебное пособие	Бастрон А.В., Шерязов С.К.	Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т	2019	+	+	+	+	13	30

Лекции, СРС	Солнечные электростанции. Концентраторы солнечного излучения. Учебное пособие для вузов	Стребков Д.С. Тверьянович Э.В.	Москва. Юрайт	2019		+				https://www.biblio-online.ru/viewer/solnechnye-elektrostantsii-koncentratory-solnechnogo-izlucheniya-a-426467#page/2
----------------	--	-----------------------------------	---------------	------	--	---	--	--	--	---

Зав. библиотекой



6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1 Перечень электронно-библиотечных систем

1. Ирбис 64+. Электронная библиотека. http://5.159.97.194:8080/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS_FULLTEXT&P21DBN=IBIS&Z21ID=&S21CNR=5.
2. ООО «Издательство Лань». Договор №14/44-19. Договор №22-2-19. <https://e.lanbook.com>.
3. ООО «Электронное издательство Юрайт» (ЭБС «Юрайт»). Договор №13/44-19. <https://urait.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Агрилиб» ФГБОУ ВО «РГА-ЗУ» (ЭБС AgriLib). Договор №ППД 31/17. <http://ebs.rgazu.ru>.
5. Национальная электронная библиотека (ФГБУ «РГБ») Договор №101/НЭБ/2276. <http://нэб.рф>.
6. Электронная библиотека Сибирского федерального университета. <https://bik.sfu-kras.ru>.
7. Научная электронная библиотека - eLIBRARY.RU (свободный доступ). www.elibrary.ru.

7.1. Горячее водоснабжение сельских бытовых потребителей Красноярского края с использованием солнечной энергии / А.В. Бастрон, Н.Б. Михеева, Е.М. Судаев; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 132 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25780319>.

7.2. Цугленок, Н.В. Рациональное сочетание традиционных и возобновляемых источников энергии в системе энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей / Н.В. Цугленок, С.К. Шерьязов, А.В. Бастрон. Красноярск, КрасГАУ. 2012. – 360 с. (URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19517384>).

6.2.2 Перечень профессиональных баз данных

8. AGRIS (международная база данных по сельскому хозяйству) – <http://agris.fao.org/> (свободный доступ).
9. КиберЛенинка (русскоязычные научные журналы) – <http://cyberleninka.ru/> (свободный доступ).
10. Web of Science (международная база данных) – <http://www.webofscience.com>; Русскоязычный сайт компании Clarivate Analytics <https://clarivate.ru>.
11. Scopus (международная база данных) – <https://www.scopus.com>; русскоязычный сайт международного издательства Elsevier www.elsevierscience.ru.

6.2.3 Перечень информационно-справочных систем

12. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства РФ / www.mcsx.ru.

13. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Красноярского края / www.krasagro.ru.
14. Электроэнергетика и теплоэнергетика, генерация и электросети, предприятия и специалисты энергетики / Информационно-справочное издание // www.eprussia.ru.
15. Новости электротехники / Информационно-справочное издание // <http://www.news.elteh.ru>.
16. Информационно-аналитическая система «СТАТИСТИКА». Статистика Красноярского края. <http://www.ias-stat.ru>.
17. Электронный каталог научной библиотеки КрасГАУ Web ИР-БИС. http://5.159.97.194:8080/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS_FULLTEXT&P21DBN=IBIS&Z21ID=&S21CNR=5.
18. Google Академия <https://scholar.google.com/> (свободный доступ).
19. Стандарты (ГОСТ) (Федеральное агентство по техническому регулированию). <http://protect.gost.ru/> (свободный доступ).
20. Выбор автономной солнечной системы электроснабжения. [Электронный ресурс] // Расчет фотоэлектрической системы. URL:<http://www.solarbat.info/raschet-fotoelektricheskoi-sistemi/vibor-avtonomnoi-solnechnoi-sistemi>.
22. Автономные системы электроснабжения [Электронный ресурс] // SolarHome. URL:<http://www.solarhome.ru/ru/autonom/index.htm>.
23. Отопление природным теплом. Тепловые насосы Vitocal [Электронный ресурс] // Viessmann. Climatofinnovation. URL:<http://www.viessmann.ru>.

6.3. Программное обеспечение

1. Windows 7 Enterprise (бессрочная лицензия).
2. Офисный пакет Office 2007 Russian Open License Pack (Академическая лицензия №44937729 от 15.12.2008).
3. MS Open License Office Access 2007 (Лицензия академическая №45965845 31.10.2011).
4. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса. Стандартный Russian Edition. 1000-1499 Node 2 year Educational License (лицензия 17E0-171204-043145-330-825 с 12.04.2017 до 12.12.2019).
5. Moodle 3.5.6a. Система дистанционного образования (Бесплатно распространяемое ПО).

7. Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций

7.1 Текущий контроль знаний студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах: выполнение лабораторных работ; защита отчетов по лабораторным работам, выполнение и защита РГР, тестирование по модулям.

7.2 Промежуточная аттестация знаний по дисциплине – дифференцированный зачет проводится итоговым тестированием. Для получения оценки необходимо набрать следующее количество баллов: 60-100. Сдача текущих задолженностей и отработка пропущенных осуществляется в установленные преподавателем сроки с использованием показателей рейтинг-плана.

Оценка знаний, умений, навыков и заявленных компетенций при изучении дисциплины «Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии» проводится с использованием модульно-рейтинговой системы контроля знаний по следующей схеме:

1-й модуль (0...5 баллов)

Тестирование по модулю 1 (0...5 баллов)

2-й модуль (0...15 баллов)

Посещение лекций

Лекция №1 (0...2 балла)

Лабораторные работы №1, 4

Лабораторная работа №1

выполнение ЛР №1 (0...2 балла)

защита ЛР №4 (0...2 балла)

Лабораторная работа №4

выполнение ЛР №4 (0...2 балла)

защита ЛР №4 (0...2 балла)

Тестирование по модулю 2 (0...5 баллов)

3-й модуль (0...11 баллов)

Посещение лекций

Лекция №2 (0...2 балла)

Лабораторная работа №7

выполнение ЛР №7 (0...2 балла)

защита ЛР №7 (0...2 балла)

Тестирование по модулю 3 (0...5 баллов)

4-й модуль (0...7 баллов)

Посещение лекций

Лекция №3 (0...2 балла)

Тестирование по модулю 4 (0...5 баллов)

5-й модуль (0...5 баллов)

Тестирование по модулю 5 (0...5 баллов)

Результирующее тестирование по дисциплине (0...27 баллов)

Выполнение расчетно-графической работы (0...30 баллов)

Примечание:

1. Посещение лекции – 2 б.
2. Выполнение задания по лабораторному занятию – 2 б.
3. Защита отчета по лабораторному занятию – 2 б.
4. Тестирование по пяти модулям – 25 б.
5. Результирующее тестирование по дисциплине – 27 б.
6. Выполнение и защита расчетно-графической работы – 30 б.

Минимальное количество баллов составляет:

1. Посещение всех лекций, выполнение всех лабораторных работ и их защита составит – 18 баллов.
2. Тестирование по пяти модулям – 25 б.
3. Выполнение и защита расчетно-графической работы – 30 баллов.

Критерии выставления оценок дифференцированного зачета следующие:

- 60 – 74 б. – удовлетворительно;
75 – 90 б. – хорошо;
91 – 100 б. – отлично.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	Аудитория	Спецоборудование	ТСО
1. Лекции	Э4-04	Компьютер с монитором, 10 шт. с выходом в Интернет. Проектор с интерактивной доской. Сканер. Принтер. Источник бесперебойного питания. Солнечный коллектор TZ58/1800-12. Фотоэлектрическая станция.	Презентации. Видеофильмы. Электронные учебные пособия
2. Лабораторные работы	Э4-04	Компьютер с монитором, 10 шт. с выходом в Интернет. Проектор с интерактивной доской. Сканер. Принтер. Источник бесперебойного питания. Солнечный коллектор TZ58/1800-12. Фотоэлектрическая станция.	Презентации. Видеофильмы. Электронные учебные пособия. Лабораторные стенды

3. СРС	Э1-06	Переносная мультимедийная установка, меловая доска, принтер, компьютеры с выходом в интернет; Парты, учебно-методическая литература, компьютерная техника с подключением к Интернет.	Презентации. Видеофильмы. Электронные учебные пособия
--------	-------	--	---

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

9.1. Методические указания по дисциплине для обучающихся

Теоретическую часть дисциплины «Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии» можно изучать как в виде традиционных лекционных занятий, так и дистанционно, используя при этом электронный учебный курс дисциплины «Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии» на платформе MOODLE, созданный на кафедре электроснабжения сельского хозяйства.

В ходе лекций широко используются видеоматериалы по конкретным примерам использования солнечных водонагревателей, ФЭС, тепловых насосов, биогазовых установок и котлов на биотопливе в народном хозяйстве, в том числе, сельском России.

При преподавании дисциплины «Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии» рекомендуется использование следующих общеобразовательных и информационных технологий:

1. Объяснительно-иллюстративное обучение (лекция). Обеспечивает социальное взаимодействие, которое востребовано студентами и преподавателем – они имеют возможность напрямую общаться друг с другом; является знакомым и привычным для обучающихся методом.

2. Мультимедийное сопровождение лекционного курса. Изготовление авторских презентаций для каждой лекции. Использование видеоматериалов. Запись авторских лекций на видео для дистанционного обучения.

4. Деловая игра. Деловые игры проводятся на уровне формулирования новой идеи. Деловые игры направлены на преодоление инерции мышления при поиске новых решений, а также на развитие творческого воображения студентов.

5. Компьютерное тестирование. Изучение дисциплины «Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии» предполагает тестовый контроль по каждому модулю и результирующее тестирование.

6. Технология модульного обучения. Изучение дисциплины разбивается на модули, что обеспечивает системный подход, при дальнейшем выделении общих закономерностей в разных модулях обеспечивается синергетический подход.

7. Модульно-рейтинговая система мониторинга успеваемости студентов. Дисциплина «Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии» позволяет ранжировать все традиционные виды учебной деятельности.

Теоретическую часть дисциплины «Энергообеспечение с использованием возобновляемых источников энергии» можно изучать в виде традиционных занятий или с использованием дистанционных образовательных технологий, пользуясь ЭУК.

Теоретический материал лекций закрепляется при выполнении лабораторных работ, решением инженерных задач; самостоятельной работой – выполнением контрольной работы, контролем по тестовым заданиям по материалам каждой темы лекций.

Во время чтения лекций можно пользоваться комплектом презентационного материала по всем модулям и темам изучаемой дисциплины, которые имеются в учебно-методическом комплексе дисциплины, способствующим углублению получаемых знаний и навыков, служащих для лучшего усвоения материала лекций. До начала семестра необходимо в бюро расписаний заказать лекционную аудиторию, снабженную экраном и проектором. При подготовке к лекциям студенты пользуются учебниками и учебными пособиями [раздел 6].

Подготовку к лабораторным занятиям и защите лабораторных работ студенты проводят параллельно с изучением теоретического курса. Для подготовки к лабораторным работам и их проведению можно пользоваться методическими материалами, указанными в разделе 6. В рамках УМКД по лабораторному практикуму разработано учебное пособие с расширенным представлением теоретического материала.

На лабораторных занятиях студенты изучают конструкции солнечных водонагревателей, ФЭС, а также проводят технико-экономический расчет себестоимости тепловой энергии, произведенной от ССГВ.

Защита лабораторной работы проводится на следующем занятии после выполнения лабораторной работы. При защите отчета студент обязан проявить компетентностный подход, т.е. показать не только знание материала лабораторной работы, но уметь анализировать полученные результаты. Порядок оформления отчета и контрольные вопросы для защиты лабораторных работ приведены в методических указаниях в конце соответствующей лабораторной работы.

9.2. Методические указания по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается:

1. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- 1.1. Размещение в доступных для обучающихся местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий;
- 1.2. Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- 1.3. Выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
2. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья послууху:
 - 2.1. Надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;
3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:
 - 3.1. Возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения института, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в одной из форм, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Категории студентов	Формы
С нарушение слуха	• в печатной форме; • в форме электронного документа;
С нарушением зрения	• в печатной форме увеличенных шрифтом; • в форме электронного документа; • в форме аудиофайла;
С нарушением опорно-двигательного аппарата	• в печатной форме; • в форме электронного документа; • в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная

воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

ПРОТОКОЛ ИЗМЕНЕНИЙ РПД

Дата	Раздел	Изменения	Комментарии

Программу разработали:

ФИО, ученая степень, ученое звание

(подпись)

ФИО, ученая степень, ученое звание

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу учебной дисциплины «Энергообеспечение с использованием ВИЭ», разработанную доцентом кафедры электроснабжения сельского хозяйства, к.т.н. Бастроном А.В.

Рабочая программа дисциплины «Энергообеспечение с использованием ВИЭ» для подготовки магистров очной формы обучения по направлению подготовки 35.04.06 – «Агроинженерия» (направленность (профиль) «Электрооборудование и электротехнологии в АПК») разработана в соответствии с ФГОС ВО 3-го поколения.

Дисциплина реализуется в институте инженерных систем и энергетики кафедрой электроснабжения сельского хозяйства. Структуру дисциплины образуют пять модулей: 1. Роль ВИЭ в энергетике; 2. Использование солнечной энергии; 3. Использование энергии биомассы; 4. Использование тепловой энергии земли; 5. Техничко-экономическое обоснование выбора варианта использования ВИЭ для энергообеспечения сельскохозяйственных потребителей.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельную работу студентов. Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме тестирования и защиты лабораторных работ, а также промежуточный контроль в виде дифференцированного зачета. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины включает список рекомендованной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсов.

В рабочей программе дано описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОПОП (дисциплинами, модулями). Указаны компетенции, а также требования к знаниям, умениям и навыкам, получаемым студентом в ходе изучения дисциплины. Приводится перечень лабораторных работ и заданий для самостоятельной работы студентов по отдельным разделам дисциплины.

Рабочая программа, составленная Бастроном А.В., соответствует требованиям ФГОС ВО, ОПОП ВО, учебного плана и может быть рекомендована к применению для обеспечения основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 35.04.06 – «Агроинженерия» дисциплины «Энергообеспечение с использованием ВИЭ».

Рецензент,

Тимофеев Геннадий Сергеевич

Начальник службы электрических режимов ЦУС филиала ПАО «МРСК Сибири» – «Красноярскэнерго», к.т.н.

