

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Апатенко Алексей Сергеевич  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 22.12.2023 15:04:33  
Уникальный программный идентификатор:  
966df42f20792acade08f74984d68010981e9



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт Механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра «Электроснабжение и электротехника имени академика И.А. Будзко»

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. директора института механики  
и энергетики имени В.П. Горячкина  
А.С. Апатенко  
2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.01.09 «Системы электроснабжения с распределенной генерацией»**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника  
Направленность: Распределительные электрические сети  
Курс 4  
Семестр 8

Форма обучения: Очная  
Год начала подготовки: 2023

Москва, 2023

Разработчик: Загинайлов В.И., д.т.н., профессор

« 07 » 06 2023 г.

Рецензент Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор

« 07 » 06 2023 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры электроснабжения и электротехники им. акад. И.А. Будзко, протокол № 12 от « 07 » 06 2023 г.  
И.о. зав. кафедрой Стушкина Н.А., к.т.н., доцент

« 07 » 06 2023 г.

**Согласовано:** Председатель учебно-методической комиссии Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор

Протокол № 15 « 08 » 06 2023 г.

И.о. заведующий выпускающей кафедрой электроснабжения и электротехники им. акад. И.А. Будзко, Стушкина Н.А., к.т.н.,

« 07 » 06 2023 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

у Еримова Д.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>6</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>7</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ.....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ / ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	12
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>17</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>17</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	19
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	25
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>26</b>
7.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	24
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	24
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	25
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	28
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>29</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>30</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>35</b>
<b>11.МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ... </b>	<b>36</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	37
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ..... ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>37</b>

## **Аннотация**

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.01.09 «Системы электроснабжения с распределенной генерацией» для подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, направленность Распределительные электрические сети

**Цели освоения дисциплины:** освоение студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области электроэнергетики и автономных систем электроснабжения; формирование у будущих бакалавров знаний по устройству, методам расчета и выбора электротехнических средств и энергетического оборудования, используемых при электроснабжении потребителей с учетом обеспечения: безопасности работы, ресурсосбережения и энергосбережения, надежности электроснабжения и качества электрической энергии, а также обучение умению навыкам поиска информации и использования цифровых технологий при проектировании, монтаже и эксплуатации автономных систем электроснабжения и развитие у студентов способности:

- к самоорганизации и самообразованию;
- применению соответствующего физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;
- к участию в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.
- к участию в испытаниях вводимых в эксплуатацию электротехнических средств и энергетического оборудования;
- получению базовых знаний о современных цифровых технологиях, используемых в профессиональной деятельности и получения практических навыков использования сквозных цифровых технологий при поиске информации, проектировании, внедрении и эксплуатации объектов профессиональной деятельности;
- применению современного информационно-вычислительного аппарата (программные комплексы Work Bench, Simulink, RastrWin3, РТП-3, Microsoft Excel) при анализе, моделировании и проектировании объектов профессиональной деятельности (централизованных и децентрализованных систем электроснабжения и автономных систем электроснабжения, SmartGrid, систем распределенной генерации и интернет энергии (IDEA)).

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируется следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): ПКос-2.3

### **Краткое содержание дисциплины:**

Состояние электроснабжения удаленных электропотребителей: предприятий и сельских поселений, оценка энергоэффективности их работы и исполь-

зование цифровых технологий в электроэнергетике и системах электроснабжения с распределенной генерацией. Определение электрических нагрузок, выбор источника и расчет электрических сетей систем электроснабжения с распределенной генерацией. Системы электроснабжения с распределенной генерацией (электропитания) наземных мобильных машин, речных и морских судов и летательных аппаратов и их топливообеспечение. Электроагрегаты и электростанции с тепловыми двигателями. Системы электроснабжения с распределенной генерацией с накопителями энергии. Мини-ГЭС и микро-ГЭС, ветроэнергетические и солнечные установки в системах электроснабжения с распределенной генерацией. Гибридные Системы электроснабжения с распределенной генерацией удаленных потребителей. Перспективы развития систем электроснабжения с распределенной генерацией. Рассмотрено моделирование гибридных систем электроснабжения с распределенной генерацией и интернет энергии.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зачетных единицы (108 часов) / в т.ч. практическая подготовка 4 ч.

**Промежуточный контроль:** экзамен.

### **1. Цели освоения дисциплины**

**Цель освоения дисциплины:** освоение студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области электроэнергетики и систем электроснабжения с распределенной генерацией, формирование у будущих бакалавров знаний по устройству, методам расчета и выбора электротехнических средств и энергетического оборудования, используемых при электроснабжении потребителей с учетом обеспечения безопасности работы, ресурсосбережения и энергосбережения, эффективности, надежности электроснабжения, качества электрической энергии, а также обучение умению навыкам поиска информации и использовании цифровых технологий при проектировании, монтаже и эксплуатации автономных систем электроснабжения и развитие у студентов способности:

- к самоорганизации и самообразованию;
- применение соответствующего физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;
- к участию в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования;
- к участию в испытаниях, вводимых в эксплуатацию электротехнических средств и энергетического оборудования;
- проектированию, внедрению и использованию сквозных цифровых технологий в электроэнергетике (системах электроснабжения с распределенной генерацией); получению базовых знаний о современных цифровых технологиях, используемых в профессиональной деятельности и практические навыки их использования.

- получению базовых знаний о современных цифровых технологиях, используемых в профессиональной деятельности и получения практических навыков использования сквозных цифровых технологий при поиске информации, проектировании, внедрении и эксплуатации объектов профессиональной деятельности;

– применению современного информационно-вычислительного аппарата (программные комплексы Work Bench, Simulink, РТП-3, Microsoft Excel) при анализе, моделировании и проектировании объектов профессиональной деятельности (централизованных и децентрализованных систем электроснабжения и автономных систем электроснабжения, SmartGrid, систем распределенной генерации и интернет энергии (IDEA)).

Задачи дисциплины: изучение особенностей электротехнических средств и энергетического оборудования, применяемых в автономных системах электроснабжения; изучение особенностей проектирования монтажа и эксплуатации электротехнических средств и энергетического оборудования, применяемых в системах электроснабжения с распределенной генерацией; использование сквозных цифровых технологий при проектировании, внедрении и эксплуатации автономных системах электроснабжения.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Системы электроснабжения с распределенной генерацией» включена в вариативную часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана.

Дисциплине «Системы электроснабжения с распределенной генерацией» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 –Электроэнергетика и электротехника, направленность Распределительные электрические сети.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Системы электроснабжения с распределенной генерацией» являются курсы: «Математика» (курс 1,2; семестр 1,2,3), «Физика» (курс 1,2; семестр 2,3,4), Инженерная экология (курс 1, семестр 1), Теоретические основы электротехники (курс 2, семестр 3-4), Прикладная механика курс 2, семестр 4), Цифровые технологии (курс 2, семестр 4), Метрология, стандартизация и сертификация (курс 2 , семестр 4), Аппараты защиты и управления (курс 3 , семестр 5), Гидравлика (курс 3, семестр 5), Общая энергетика (курс 3 , семестр 5), Электроника (курс 3 , семестр 5), Электрические измерения (курс 3, 5), Электрические машины (курс 3 , семестр 5), Теплотехника (курс 3 , семестр 6), Автоматика (курс 3 , семестр 6), Электропривод (курс 3 , семестр 6), Электрические станции и подстанции (курс 4, семестр 7), Надежность систем электроснабжения (курс 4 , семестр 7) Электроснабжение (курс 4, семестр 7), Инженерные прикладные программы (курс 4, семестр 7), Электротехнологии (курс 4, семестр 7), Экономическое обоснование инженерно-технических решений (курс 4, семестр 7),

Дисциплина «Системы электроснабжения с распределенной генерацией» используется при подготовке студентами выпускных квалификационных работ.

Рабочая программа дисциплины «Системы электроснабжения с распределенной генерацией» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных (ПКос) компетенций, представленных в таблице 1.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины «Системы электроснабжения с распределенной генерацией»

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-2	Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПКос-2.3 Обосновывает выбор целесообразного проектного решения энергетических и электротехнических систем с применением соответствующего физико-математического аппарата анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования и с использованием специализированных инженерных расчетных программ.	Методы и средства повышения эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве; основные цифровые инструменты при решении профессиональных задач (Mathcad, Work Bench, Simulink, РТП-3, MS Office: Word, Excel и др.)	проводить выбор целесообразного проектного решения энергетических и электротехнических систем с применением соответствующего физико-математического аппарата анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования и с использованием специализированных инженерных расчетных программ.	навыками по выбору целесообразного проектного решения энергетических и электротехнических систем с представлением результатов проектного решения и инженерных расчетов с использованием современных цифровых технологий (Excel, РТП-3 PowerPoint, Zoom, Miro и др.).

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часа), распределение по видам работ в семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость
	семестр № 8, всего/*
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>44,4/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>44,4/4</b>
лекции (Л)	22
практические занятия (ПЗ)	10/4
лабораторные работы (ЛР)	10
консультации перед экзаменом	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>63,6</b>
расчетно-графическая работа (РГР) (подготовка)	<b>20</b>
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)	19
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>24,6</b>
Вид промежуточного контроля:	<b>Экзамен</b>

\* в том числе практическая подготовка

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР	ПКР	
<b>Тема 1.</b> Состояние электроснабжения удаленных электропотребителей и роль сквозных цифровых технологий в управлении их энергообеспечением	6	2				4
<b>Тема 2.</b> Оценка энергоэффективности повышение энергосбережения в системах электроснабжения. Интерактивные расчеты систем электроснабжения.	7	2	2			3
<b>Тема 3.</b> Определение электрических нагрузок, выбор источника и расчет электрических сетей систем электроснабжения с распределенной генерацией.	8/2	2	2/2			4
<b>Тема 4.</b> Электропитание мобильных машин	7	2	2			3
<b>Тема 5.</b> Системы электроснабжения с распределенной генерацией на базе электростанций с тепловыми двигателями	8	2		2		4
<b>Тема 6.</b> Системы электроснабжения с распределенной генерацией и использованием накопителей энергии	8/2	2	2/2			4

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ЛР	ПКР	
<b>Тема 7.</b> Системы электроснабжения с распределенной генерацией с использованием мини-ГЭС и микро-ГЭС	7	2		2		3
<b>Тема 8.</b> Системы электроснабжения с распределенной генерацией с использованием ветроэлектростанций. Планирование, проектирование и выбор ВЭС с использованием программного пакета WindPRO и компьютерных баз метеоданных NASA, Meteonorm	7	2		2		3
<b>Тема 9.</b> Системы электроснабжения с распределенной генерацией с использованием солнечных электростанций. Методика оценки энергии солнечного излучения, расчета и выбора СЭС с использованием программных пакетов PVsyst, Excel и компьютерных баз метеоданных NASA, Meteonorm.	7	2		2		3
<b>Тема 10.</b> Системы электроснабжения с распределенной генерацией с использованием гибридных электростанций	8	2		2		4
<b>Тема 11.</b> Системы децентрализованного электроснабжения с распределенной генерацией и интернет энергии (IDEA).	8	2	2			4
<b>Консультации перед экзаменом</b>	2				2	
<b>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</b>	0,4				0,4	
<b>Всего за 8-й семестр</b>	83,4/4	22	10/4	10	2,4	39
<b>Экзамен</b>	24,6					24,6
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108/4</b>	<b>22</b>	<b>10/4</b>	<b>10</b>	<b>2,4</b>	<b>63,6</b>

**Тема 1.** Состояние электроснабжения удаленных электропотребителей.

Введение. Состояние электроснабжения удаленных электропотребителей: объектов сельскохозяйственного производства, жилых домов и сельских поселений. Понятия: централизованного, децентрализованного, систем электроснабжения с распределенной генерацией, автономного и резервного электроснабжения стационарных объектов и мобильных машин. Место и роль сквозных цифровых технологий в электроэнергетике и системах электроснабжения с распределенной генерацией. Классификация систем энерго и электроснабжения.

**Тема 2.** Энергоэффективность и энергосбережение в системах электроснабжения с распределенной генерацией. Энергоэффективность и энергосбережение систем производства, передачи и потребления электроэнергии. Определение коэффициента полезного использования и потерь энергии при последовательном, параллельном и смешанном (последовательно-параллельном) соединении энергетических установок и оборудования. Определение полной энергоёмкости сельскохозяйственной продукции и её производства. Мероприятия по обеспечению энергоэффективности и энергосбережения в системах электроснабжения.

### **Тема 3.** Расчет систем электроснабжения электропотребителей

Приемники и потребители электрической энергии. Определение допустимых отклонений напряжения в воздушных линиях (составление таблицы отклонений напряжения). Определение расчетных нагрузок отдельных жилых домов, объектов сельскохозяйственного производства и сельских поселений.

Расчет и выбор источника электроснабжения и его местоположения на плане электроснабжения. Расчет внутренних проводок потребителей, расчет электрических сетей и определение потерь напряжения. Интерактивные расчеты систем электроснабжения. Комплекс программ по расчету, анализу и нормированию технологических потерь электроэнергии «РТП 3. Расчет токов короткого замыкания в сети автономной системы электроснабжения. Определение глубины провала напряжения при пуске короткозамкнутого асинхронного электродвигателя. Выбор аппаратуры защиты, управления и контроля в АСЭ.

### **Тема 4.** Электропитание мобильных машин.

Устройство, принцип действия, структурные схемы и энергетические характеристики мобильных машин. Классификация мобильных машин: по виду используемой энергии; по виду привода; по назначению: легковые и грузовые автомобили; гусеничные и колесные трактора, зерноуборочные и кормовые комбайны; тепловозы, электровозы, пассажирские вагоны и вагоны электричек; катера, речные и морские суда; легкие и тяжелые самолеты и вертолеты. Устройство, принцип действия систем электропитания мобильных машин. Производство традиционных органических видов топлив для мобильных машин. Производство возобновляемых видов топлив: твердых (пеллет и брикетов), жидких (биоэтанола и биодизеля), газообразных (биогаза и генераторного газа) для мобильных машин.

**Тема 5.** Системы электроснабжения с распределенной генерацией на базе электростанций с тепловыми двигателями.

Устройство и принцип действия АСЭ с одним электрогенератором и несколькими электрогенераторами. Классификация электроагрегатов и электростанций с тепловыми двигателями: бензиновыми, дизельными, газодизельными, газотурбинными и газопоршневыми. Степень автоматизации электроагрегатов и электростанций. Автоматическое и автоматизированное управление в АСЭ. Обоснование и выбор электрогенераторов АСЭ. Системы автоматического регулирования АСЭ при параллельной работе электроагрегатов. Оценка энергоэффективности работы электростанций с тепловыми двигателями. Определение расхода топлива на электростанциях АСЭ с тепловыми двигателями.

**Тема 6.** Системы электроснабжения с распределенной генерацией с использованием накопителей энергии. Методы и устройства аккумулирования энергии. АСЭ с аккумулированием электроэнергии, на примере АСЭ с тепловым двигателем. Источники бесперебойного питания (ИБП) и их классификация. Однофазные и трехфазные источники бесперебойного питания: с выпрямителями и инверторами. Расчет и выбор ИБП АСЭ. Оценка энергоэффективности работы АСЭ с ИБП.

**Тема 7.** Системы электроснабжения с распределенной генерацией с использованием мини-ГЭС и микро-ГЭС.

Устройство, принцип действия ГЭС. Классификация (включая морские ГЭС). Оценка гидроэнергетических ресурсов страны. Расчет и выбор мощности мини- и микро-ГЭС. Оценка энергоэффективности работы мини-ГЭС и микро-ГЭС в системах автономного энергоснабжения.

**Тема 8.** Системы электроснабжения с распределенной генерацией с использованием ветро-электростанций (ВЭС).

Устройство, принцип действия ветроэнергетических установок. Основные типы и оценка энергоэффективности работы ветроэнергетических установок. Перспективы развития ветроэнергетики и оценка ветроэнергетических ресурсов страны. Расчет и выбор мощности ветроэлектрических станций. Планирование, проектирование и выбор ВЭС с использованием программного пакета WindPRO и компьютерных баз метеоданных NASA, Meteonorm. Оценка энергоэффективности работы ветроэлектрических станций в системах автономного энергоснабжения.

**Тема 9.** Распределительные электрические сети потребителей с использованием солнечных

Электростанций (СЭС).

Устройство, принцип действия и оценка энергоэффективности работы солнечных установок. Оценка солнечной радиации по регионам России. Классификация, расчет и выбор мощности солнечных батарей и солнечных электростанций. Методика оценки энергии солнечного излучения, расчета и выбора СЭС с использованием программных пакетов PVsyst, Excel и компьютерных баз метеоданных NASA, Meteonorm. Оценка энергоэффективности работы солнечных установок в системах автономного энергоснабжения.

**Тема 10.** Системы электроснабжения с распределенной генерацией гибридных и когенерационных установок

Классификация и схемы гибридных АСЭ с возобновляемыми источниками энергии (солнечными батареями, ВЭС, ГЭС или их совокупностью). Соединение элементов АСЭ на стороне постоянного, переменного токов. Когенерационные установки с котельными пиковой мощности. Оценка энергоэффективности работы гибридных АСЭ.

**Тема 11.** Системы электроснабжения с распределенной генерацией.

Собственная (автономная) генерация с использованием местных видов топлив и возобновляемых источников энергии. АСЭ с нетрадиционными источниками энергии, включая АСЭ с топливными элементами, термоэмиссионными и МГД-генераторами и геотермальными источниками. Децентрализованное Распределительные электрические сети, системы электроснабжения с распределенной генерацией и интернет энергии (IDEA). Экологические аспекты разработки автономных систем тепло и электроснабжения удаленных потребителей. Социальное и технико-экономическое обоснование внедрения систем автономного тепло и электроснабжения удаленных потребителей.

#### 4.3 Лекции/лабораторные / практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторного практикума и контрольные мероприятия

№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов, из них практическая подготовка
<b>Тема 1. Состояние электроснабжения удаленных электропотребителей.</b>			<b>2</b>
Лекция № 1. Состояние электроснабжения удаленных электропотребителей и роль сквозных цифровых в управлении их энергообеспечением	ПКос-2 (ПКос-2.3)		2
<b>Тема 2. Энергоэффективность и энергосбережение в системах электроснабжения</b>			<b>4</b>
Лекция № 2. Оценка энергоэффективности и энергосбережения в системах электроснабжения	ПКос-2 (ПКос-2.3)		2
Практическое занятие № 1. Оценка энергоэффективности работы систем при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов системы		Решение типовых задач	2
<b>Тема 3. Расчет систем электроснабжения электропотребителей</b>			<b>4/2</b>
Лекция № 3. Определение электрических нагрузок, выбор источника и расчет электрических сетей автономных систем электроснабжения. Интерактивные расчеты систем электроснабжения.	ПКос-2 (ПКос-2.3)		2
Практическое занятие № 2. Расчет электрической нагрузки сельского поселения, выбор источника и элементов системы электроснабжения. Комплекс программ по расчету, анализу и нормированию технологических потерь электроэнергии «РТП 3.		Решение типовых задач	2/2
<b>Тема4. Электропитание мобильных машин.</b>			<b>4</b>
Лекция № 4. Системы электроснабжения с распределенной генерацией (электропитания) наземных мобильных машин, речных и морских судов и летательных аппаратов и их энергообеспечение.	ПКос-2 (ПКос-2.3)		2
Практическое занятие № 3. Устройство, принцип действия систем электропитания мобильных транспортно-технологических машин и их топливообеспечение.		Устный опрос	2
<b>Тема 5. Системы электроснабжения с распределенной генерацией на базе электростанций с тепловыми двигателями.</b>			<b>4</b>
Лекция № 5. Электроагрегаты и электростанции с тепловыми двигателями.	ПКос-2 (ПКос-2.3)		2
Лабораторная работа № 1. Определение энергоэффективности работы бензинового электрогенератора		Защита лабораторной работы	2
<b>Тема 6. Системы электроснабжения с распределенной генерацией и использованием накопителей энергии</b>			<b>4/2</b>
Лекция 6. Системы электроснабжения с распределенной генерацией с накопителями энергии.	ПКос-2 (ПКос-2.3)		2
Практическое занятие № 4. Расчет и выбор накопителя электрической энергии оценка энергоэффективности его работы.		Устный опрос	2/2
<b>Тема 7. Системы электроснабжения с распределенной генерацией и использовани-</b>			<b>4</b>

№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемая компетенция (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов, из них практическая подготовка
<b>ем мини-ГЭС и микро-ГЭС.</b>			
Лекция № 7. Мини-ГЭС и микро-ГЭС систем электроснабжения с распределенной генерацией	ПКос-2 (ПКос-2.3)		2
Лабораторная работа № 2. Исследование режимов работы гидроэлектростанции		Защита лабораторной работы	2
<b>Тема 8. Системы электроснабжения с распределенной генерацией и использованием ветроэлектростанций.</b>			<b>4</b>
Лекция № 8. Ветроэнергетические установки автономных систем электроснабжения. Планирование, проектирование и выбор ВЭС с использованием программного пакета WindPRO и компьютерных баз метеоданных NASA, Meteonorm	ПКос-2 (ПКос-2.3)		2
Лабораторная работа № 3 Исследование режимов работы ветроэлектростанции		Защита лабораторной работы	2
<b>Тема 9. Системы электроснабжения с распределенной генерацией и использованием солнечных электростанций.</b>			<b>4</b>
Лекция № 9. Солнечные установки в системах электроснабжения с распределенной генерацией . Методика оценки энергии солнечного излучения, расчета и выбора СЭС с использованием программных пакетов PVsyst, Excel и компьютерных баз метеоданных NASA, Meteonorm.	ПКос-2 (ПКос-2.3)		2
Лабораторная работа № 4.Исследование режимов работы солнечной электростанции		Защита лабораторной работы	2
<b>Тема 10. Системы электроснабжения с распределенной генерацией и использованием гибридных и когенерационных установок</b>			<b>4</b>
Лекция №10. Гибридные и когенерационные системы энергообеспечения удаленных потребителей.	ПКос-2 (ПКос-2.3)		2
Лабораторная работа № 5. Исследование параллельной работы источников электроэнергии гибридных электростанций		Защита лабораторной работы	2
<b>Тема 11. Системы электроснабжения с распределенной генерацией.</b>			<b>4</b>
Лекция № 11. Перспективы развития систем централизованного и децентрализованного электроснабжения с распределенной генерацией и интернет энергии (IDEA).	ПКос-2 (ПКос-2.3)		2
Практическое занятие № 5 Схемы систем электроснабжения с распределенной генерацией		Устный опрос	2

#### 4.4 Самостоятельное изучение дисциплины

Таблица 5

#### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
-------	------------------	---

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Тема 1. Состояние электроснабжения удаленных электропотребителей.</b>		
1.	Лекция № 1. Состояние электроснабжения удаленных электропотребителей и роль сквозных цифровых в управлении их энергообеспечением	Понятия и определения. Классификация централизованных децентрализованных систем электроснабжения в соответствии с ПУЭ, ГОСТ 19431-84, ГОСТ Р 56124.1-5-2014, межгосударственному стандарту ГОСТ 32144-2013. Постановление № 493-СФ Совета Федерации федерального собрания РФ «О ходе реализации национального проекта «Цифровая экономика РФ. Указ Президента Российской Федерации № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». Развитие цифровой экономики в России. Программа до 2035 года. ПКос-2 (ПКос-2.3)
<b>Тема 2. Энергоэффективность и энергосбережения в системах электроснабжения</b>		
2	Лекция № 2. Оценка энергоэффективности и энергосбережения в системах электроснабжения	Понятия и определения энергоэффективности и энергосбережения. ГОСТ Р 51387-99 Энергосбережение. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года». Мероприятия по обеспечению энергоэффективности и энергосбережения в системах электроснабжения. Введение в MatLab. ПКос-2 (ПКос-2.3)
<b>Тема 3. Расчет систем электроснабжения электропотребителей</b>		
3.	Лекция № 3. Определение электрических нагрузок, выбор источника и расчет электрических сетей автономных систем электроснабжения. Интерактивные расчеты систем электроснабжения.	Приемники и потребители электрической энергии. Определение допустимых отклонений напряжения в воздушных линиях (составление таблицы отклонений напряжения). Расчет внутренних проводок потребителей, расчет электрических сетей и определение потерь напряжения. Интерактивные расчеты систем электроснабжения. Комплекс программ по расчету, анализу и нормированию технологических потерь электроэнергии «РТП 3. Калькулятор расчета мощности электростанции. ПКос-2 (ПКос-2.3)
<b>Тема 4. Электропитание мобильных машин.</b>		
4.	Лекция № 4. Системы электроснабжения с распределенной генерацией (электропитания) наземных мобильных машин, речных и морских судов и летательных аппаратов и их энергообеспечение.	Производство традиционных органических видов топлив и биотоплив для мобильных машин ПКос-2 (ПКос-2.3).
<b>Тема 5. Системы электроснабжения с распределенной генерацией на базе электростанций с тепловыми двигателями.</b>		
5.	Лекция № 5. Электроагрегаты и электростанции с тепловыми двигателями.	Классификация электроагрегатов и электростанций с тепловыми двигателями. Степень автоматизации электроагрегатов и электростанций. Автоматическое и автоматизированное управление электростанциями с тепловыми двигателями. ПКос-2 (ПКос-2.3).
<b>Тема 6. Системы электроснабжения с распределенной генерацией и использованием накопителей энергии</b>		
6	Лекция 6. Системы	Источники бесперебойного питания и их классификация

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	электроснабжения с распределенной генерацией с накопителями энергии.	ПКос-2 (ПКос-2.3)
<b>Тема 7. Системы электроснабжения с распределенной генерацией и использованием мини-ГЭС и микро-ГЭС.</b>		
7	Лекция № 7. Мини-ГЭС и микро-ГЭС систем электроснабжения с распределенной генерацией	Классификация мини-ГЭС и микро-ГЭС автономных систем электроснабжения. Перспективы развития гидроэнергетики страны и оценка гидроэнергетических ресурсов по регионам России ПКос-2 (ПКос-2.3).
<b>Тема 7. Системы электроснабжения с распределенной генерацией и использованием ветроэлектростанций.</b>		
8	Лекция № 8. Ветроэнергетические установки систем электроснабжения с распределенной генерацией. Планирование, проектирование и выбор ВЭС с использованием программного пакета WindPRO и компьютерных баз метеоданных NASA, Meteonorm	Классификация ветроэнергетических установок автономных систем электроснабжения. Перспективы развития ветроэнергетики страны и оценка ветроэнергетических ресурсов по регионам России. 2. Программный продукт, база метеоданных: Meteonorm. ПКос-2 (ПКос-2.3)
<b>Тема 9. Системы электроснабжения с распределенной генерацией и использованием солнечных электростанций.</b>		
9	Лекция № 9. Солнечные установки в системах электроснабжения с распределенной генерацией. Методика оценки энергии солнечного излучения, расчета и выбора СЭС с использованием программных пакетов PVsyst, Excel и компьютерных баз метеоданных NASA, Meteonorm.	Классификация солнечных энергоустановок. Перспективы развития солнечной энергетики страны и оценка солнечной радиации по регионам России. Программный продукт для проектирования фотоэлектрических систем: PVsyst. ПКос-2 (ПКос-2.3).
<b>Тема 10. Системы электроснабжения с распределенной генерацией и использованием гибридных и когенерационных установок</b>		
10	Лекция №10. Гибридные и когенерационные системы энергообеспечения удаленных потребителей.	Классификация и схемы гибридных АСЭ с возобновляемыми источниками энергии (солнечными батареями, ВЭС, ГЭС или их совокупностью). Перспективы использования гибридных систем электроснабжения удаленных потребителей ПКос-2 (ПКос-2.3).
<b>Тема 11. Системы электроснабжения с распределенной генерацией.</b>		
11	Лекция № 11. Перспективы развития систем централизованного и	АСЭ с нетрадиционными источниками энергии, включая АСЭ с топливными элементами, термоэмиссионными и МГД-генераторами и геотермальными источниками. Архи-

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	децентрализованного электроснабжения с распределенной генерацией и интернет энергии (IDEA).	текстура Интернет энергии (IDEA). ПКос-2 (ПКос-2.3)

## 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Системы электроснабжения с распределенной генерацией» в совокупности с традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологией обучения используется: электронная информационно-образовательная среда ЭИОС) университета с системой дистанционного обучения Moodle и программой «Битрикс24».

Для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) и активные и интерактивные технологии (проблемное обучение, информационно-коммутационная технология, контекстное обучение).

Основные формы теоретического обучения: лекции, мультимедиа-лекция, лекция-визуализация, консультация, экзамен. Лекции проводятся с использованием программы подготовки презентаций и показа презентаций: Power Point и интерактивной доски Miro . Также могут быть представлены с помощью программ: ZOOM, Яндекс. Телемост, используемых для проведения видеоконференций, вебинаров и других подобных онлайн мероприятий.

Основные формы практического обучения: практические занятия и лабораторные работы. Для проведения практических занятий используются: виртуальная интерактивная доска Miro, Mathcad и электронные таблицы Microsoft Excel. Для проведения лабораторных работ, наряду со стендами используются: Electronics Workbench (Multisim) – программа для моделирования электрических схем, Simulink – программа для моделирования сложных технических систем, при обработке результатов эксперимента используются Mathcad и электронные таблицы Microsoft Excel. Отчеты по лабораторным работам представляются в программе Microsoft Word, при необходимости используется САПР AutoCad.

Дополнительные формы организации обучения: расчетно-графическая работа и самостоятельная работа студентов.

В процессе реализации форм обучения предполагается применение различных методов и средств обучения, соответствующих традиционной и инновационным технологиям. Соотнесенность тем в структуре содержания дисциплины, применяемых для их изучения технологий и соответствующих им форм и методов (и средств) обучения представлены ниже (в таблице 6).

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Состояние электроснабжения удаленных электропотребителей и роль сквозных цифровых в управлении их энергообеспечением	Л	Технология проблемного обучения
2.	Оценка энергоэффективности и энергосбережения в системах электроснабжения	Л	Технология проблемного обучения
3	Определение электрических нагрузок, выбор источника и расчет электрических сетей автономных систем электроснабжения. Интерактивные расчеты систем электроснабжения.	Л	Технология проблемного обучения
4.	Системы электроснабжения с распределенной генерацией (электропитания) наземных мобильных машин, речных и морских судов и летательных аппаратов и их энергообеспечение.	Л	Информационно-коммуникационная технология
5.	Электроагрегаты и электростанции с тепловыми двигателями.	Л	Информационно-коммуникационная технология
6.	Системы электроснабжения с распределенной генерацией с накопителями энергии.	Л	Технология проблемного обучения
7.	Мини-ГЭС и микро-ГЭС систем электроснабжения с распределенной генерацией	Л	Технология проблемного обучения
8.	Ветроэнергетические установки систем электроснабжения с распределенной генерацией. Планирование, проектирование и выбор ВЭС с использованием программного пакета WindPRO и компьютерных баз метеоданных NASA, Meteonorm	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
9.	Солнечные установки в системах электроснабжения с распределенной генерацией. Методика оценки энергии солнечного излучения, расчета и выбора СЭС с использованием программных пакетов PVsyst, Excel и компьютерных баз метеоданных NASA, Meteonorm..	Л	Технология проблемного обучения
10.	Гибридные и когенерационные системы энергооснабже-	Л	Технология проблемного обучения

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	ния удаленных потребителей.		
11	Перспективы развития систем централизованного и децентрализованного электроснабжения с распределенной генерацией и интернет энергии (IDEA).	Л	Технология проблемного обучения

## **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

При изучении разделов дисциплины «Системы электроснабжения с распределенной генерацией» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

**Текущий контроль** знаний предполагает посещение лекций, устные ответы студентов на вопросы на практических занятиях, выполнение и защиту лабораторных работ, решение задач и выполнение расчетно-графической работы.

### **Промежуточный контроль экзамен**

#### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

При изучении дисциплины «Системы электроснабжения с распределенной генерацией» учебным планом предусмотрено: защита лабораторных работ, устный опрос, решение типовых задач и выполнение расчетно-графической работы.

##### **6.1.1 Пример задания и контрольных вопросов к защите лабораторной работе № 1. «Определение энергоэффективности работы бензинового электрогенератора»,**

по лекции № 5. «Электроагрегаты и электростанции с тепловыми двигателями»

Лабораторная работа «Определение энергоэффективности работы бензинового электрогенератора», направлена на практическое закрепление теоретического материала по лекции «Электроагрегаты и электростанции (электрогенераторы) с тепловыми двигателями», в результате чего студент должен знать устройство и принципы работы электростанций (электроагрегатов) с тепловыми двигателями: ДЭС (БЭС, ГПЭС, ГТЭС, ГДЭС, уметь читать и разрабатывать функциональные схемы автоматизации электростанций (электроагрегатов) с тепловыми двигателями и осуществлять выбор их мощности; владеть навыками выполнения исследований,

обработки и анализа энергоэффективности работы электростанций с тепловыми двигателями: ДЭС, БЭС, ГПЭС, ГТЭС, ГДЭС, (определение КПД работы электрогенератора с тепловым двигателем) с помощью программных продуктов Microsoft Excel, Mathcad и д.р.

На защите лабораторной работы студент должен предъявить преподавателю отчет по лабораторной работе, содержащий:

- Фамилию, имя, отчество студента и номер его группы.
- Название лабораторной работы, краткое описание установки, используемой в работе, эскиз ее конструкции, электрическую схему.
- Результаты исследования в виде таблиц и графиков.
- Выводы по полученным результатам

Отчет по лабораторной работе представляется с полностью обработанными результатами измерений, графическим материалом программе Microsoft Word, при необходимости используется САПР AutoCad.

Задания и контрольные вопросы при защите лабораторной работы:

1. Что Вы понимаете под электроагрегатами с тепловыми двигателями?
2. Что Вы понимаете под электростанциями с тепловыми двигателями?
3. Изобразите функциональную схему электростанции с тепловым двигателем
4. Изобразите функциональную схему автоматизации электростанции с двумя и более электрогенераторами
5. Определите мощность ДЭС (БЭС, ГПЭС, ГТЭС, ГДЭС) в соответствии с заданным суточным графиком нагрузки электропотребителя.
6. Определите мощность ДЭС (БЭС, ГПЭС, ГТЭС, ГДЭС) по величине расчетной мощности нагрузки электропотребителя.
7. Как связаны между собой часовая и удельный расходы топлива?
8. В соответствии с заданным суточным графиком нагрузки электропотребителя удельным расходом топлива ДЭС (БЭС, ГПЭС, ГТЭС, ГДЭС) определите расход топлива за сутки, его стоимость и стоимость полученного кВт\*часа электроэнергии.
9. Определите энергоэффективность БЭС (ДЭС, ГПЭС, ГТЭС, ГДЭС) по её удельному расходу топлива. (Определение КПД работы бензинового электрогенератора с помощью программных продуктов MSExcel, Mathcad).

**6.1.2 Пример вопросов для устного опроса по лекции № 4. «Системы электроснабжения с распределенной генерацией (электропитания) мобильных наземных машин, речных и морских судов и летательных аппаратов и их энергообеспечение» на практическом занятии № 3: «Устройство, принцип действия систем электропитания мобильных транспортно-технологических машин и их топливообеспечение.**

1. Устройство, принцип действия систем электропитания автомобилей, электроавтомобилей
2. Устройство, принцип действия систем электропитания тракторов, электротракторов

3. Устройство, принцип действия систем электропитания железнодорожного транспорта.
4. Устройство, принцип действия систем электропитания речного и морского транспорта
5. Устройство, принцип действия систем электропитания воздушного транспорта
6. Единицы измерения энергии. Условное топливо.
7. Производство традиционных органических видов топлив.
8. Система машин и оборудования для производства возобновляемых видов твердых топлив: (пеллет и брикетов).
9. Система машин и оборудования для производства возобновляемых жидких видов твердых топлив: (биоэтанола и биодизеля).
10. Система машин и оборудования для производства возобновляемых газообразных видов твердых топлив: (биогаза и генераторного газа).

Решение типовых задач и расчетно-графическая работа выполняются студентом во внеурочное время с использованием рекомендованных информационных материалов. Расчетно-графическая работа носит расчетный характер и обязательно выполняется в электронных таблицах Microsoft Excel, с использованием математического пакета Mathcad и калькулятор расчета мощности электростанций. Расчет и анализ технологических потерь электроэнергии осуществляется с помощью комплекса программ «РТП 3. Проектирование СЭС и ВЭС» ведется с помощью программных продуктов: PVsyst, WindPRO и компьютерных баз метеоданных NASA, Meteororm. Оформляются эти работы в текстовом редакторе Microsoft Word.

Темы типовых задач и расчетно-графической работы по дисциплине «Системы электроснабжения с распределенной генерацией» формулируются таким образом, чтобы студент имел возможность максимально использовать материалы этих работ при разработке выпускной квалификационной работы.

### **6.1.3 Пример типовых задач для решения на практическом занятии**

№ 1. Оценка энергоэффективности работы систем при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов системы

1. Определение коэффициента полезного действия при последовательном соединении элементов системы

2. Определение коэффициента полезного действия при параллельном соединении элементов системы

3. Определение коэффициента полезного действия при смешанном соединении элементов системы

4. Определение коэффициента полезного действия системы машин по производству сельскохозяйственной продукции

5. Определение потерь энергии в системе машин и оборудования по производству сельскохозяйственной продукции

6. Определение энергоемкости производства сельскохозяйственной продукции

**Примерная тема расчетно-графической работы:** «Электроснабжение от централизованной электрической сети \_\_\_\_\_, объекта электроснабжения (ОЭС) расположенного в \_\_\_\_\_ (с использованием месторасположение ОЭС ДЭС, ГЭС, ВЭС, СЭС или гибридной электростанции)».

В расчетно-графической работе согласно индивидуальному заданию и методическим рекомендациям необходимо произвести выбор дизельной (ДЭС), гидро- (ГЭС), ветро- (ВЭС), солнечной (СЭС) и гибридной для электроснабжения заданного ОЭС от сети с распределенной генерацией.

До выбора источника электроснабжения провести анализ состояния объекта электроснабжения, определить назначение и актуальность автономной системы электроснабжения. Далее провести: определение электрических нагрузок: выбор источников энергии - энергетического оборудования и электротехнических средств: централизованного электроснабжения (ЦЭС), ДЭС, ГЭС, ВЭС, СЭС и гибридной электростанции; расчет стоимости электрической энергии, выработанной при ЦЭС, ДЭС, ГЭС, ВЭС, СЭС; разработку схем гибридной электростанции

Изобразить суточный график электрических нагрузок ОЭ. Функциональные схемы АСЭ при электроснабжении ОЭС от различных источников энергии; план электроснабжения ОЭС от гибридной электростанции, принципиальную схему и схему соединений щита управления гибридной электростанцией.

#### **6.1.4 Пример контрольных вопросов по результатам выполнения и защиты расчетно-графической работы по лекции № 3. «Определение электрических нагрузок, выбор источника и линий электроснабжения автономных систем»**

1. Что понимают под электроприемниками и электропотребителями электрической энергии.

2. Как определяется качество электрической энергии по ГОСТам: ГОСТ Р 54149-2010 и ГОСТ 32144-2013.

3. Как определяется качество электрической энергии гибридных электростанции на основе возобновляемых источников энергии, предназначенные для сельской электрификации.

3а. Какие анализаторы показателей качества электроэнергии Вы знаете (Fluke, Vinom, ...).

4. Как определяются расчетные нагрузки по графикам электрических нагрузок, по величине нагрузок отдельных электроприемников или электропотребителей.

4а. Как определяются суммарные нагрузки с помощью Калькулятор расчета мощности электростанции.

5. Как производится выбор аппаратов защиты и проверка их чувствительности при однофазных к.з.

6. Как производится расчет и выбор внутренних проводок электроприемников.

7. Как производится расчет и выбор параметров электрических сетей 0,38/0,22 кВ и определение потерь напряжения.

8. Как производится расчет потерь мощности и энергии в электрических сетях напряжением менее 1000 В.

8а. Как производится расчет потерь мощности с помощью комплекса программ по расчету и анализу потерь электроэнергии «РТП 3».

9. Как определяется коэффициент мощности системы электроснабжения

## **1. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (8 семестр: экзамен):**

1. Состояние электроснабжения удаленных электропотребителей. Место и роль сквозных цифровых технологий в электроснабжении удаленных электропотребителей.

2. Понятия: централизованного, автономного (децентрализованного) и резервного электроснабжения стационарных объектов, системы электроснабжения с распределенной генерации и интернет энергии (IDEA).

3. Оценка качества электрической энергии по ГОСТ 32144-2013 и ГОСТ Р 54149-2010.

4. Категории требований к показателям качества в децентрализованных системах электроснабжения по ГОСТам Р 56124.1-5-2014.

5. Определение коэффициента полезного использования и потерь энергии при последовательном и параллельном и смешанном (последовательно-параллельном) соединении энергетических установок и оборудования.

6. Определение энергоемкости производства сельскохозяйственной продукции.

7. Определение качества электрической энергии гибридных электростанции на основе возобновляемых источников энергии, предназначенных для сельской электрификации.

8. Определение электрических нагрузок по графикам нагрузок, по величине нагрузок отдельных электроприемников или электропотребителей и использованием калькулятор расчета мощности суммарной нагрузки.

9. Определение параметров внутренних проводок электроприемников.

10. Определение параметров электрических сетей 0,38/0,22 кВ и определение потерь напряжения.

11. Определение потерь мощности и энергии в электрических сетях напряжением менее 1000 В с использованием комплекса программ РТП 3.

12. Выбор и проверка срабатывания аппаратуры защиты: автоматических выключателей и предохранителей при однофазных коротких замыканиях.

13. Устройство, принцип действия систем электропитания автомобилей, электроавтомобилей

14. Устройство, принцип действия систем электропитания тракторов, электротракторов

15. Производство традиционных органических видов топлив.

16. Система машин и оборудования для производства возобновляемых видов твердых топлив: (пеллет и брикетов).

17. Система машин и оборудования для производства возобновляемых жидких видов твердых топлив: (биоэтанола и биодизеля).

18. Система машин и оборудования для производства возобновляемых газообразных видов твердых топлив: (биогаза и генераторного газа).
19. Устройство и принцип действия электростанций с тепловыми двигателями
20. Обоснование и выбор мощности электростанции с тепловыми двигателями
21. Классификация электроагрегатов и электростанций с тепловыми двигателями: бензиновыми, дизельными, газодизельными, газотурбинными и газопоршневыми.
22. Степень автоматизации электроагрегатов и электростанций с тепловыми двигателями.
23. Автоматическое и автоматизированное управление электростанциями с тепловыми двигателями.
24. Системы автоматического регулирования электроагрегатов с тепловыми двигателями при их параллельной работе.
25. Устройство, принцип действия электрохимических аккумуляторов электрической энергии
26. Устройство, принцип действия гидроаккумуляторов электрической энергии
27. Устройство, принцип действия маховиковых аккумуляторов
28. Аккумулирование электрической энергии с помощью сжатого воздуха
29. Устройство, принцип действия водородного накопителя электрической энергии
30. Устройство, принцип действия источников бесперебойного питания (электроснабжения).
31. Устройство, принцип действия мини-ГЭС и микро-ГЭС автономных систем электроснабжения.
32. Расчет и выбор мощности ГЭС автономных систем электроснабжения.
33. Классификация мини-ГЭС и микро-ГЭС автономных систем электроснабжения.
34. Оценка энергоэффективности работы ГЭС автономных систем электроснабжения.
35. Перспективы развития гидроэнергетики страны.
36. Оценка гидроэнергетических ресурсов по регионам России.
37. Устройство, принцип действия ветроэнергетических установок автономных систем электроснабжения.
38. Классификация ветроэнергетических установок автономных систем электроснабжения.
39. Расчет и выбор мощности ВЭС с использованием программного пакета WindPRO и компьютерных баз метеоданных NASA, Meteonorm..
40. Оценка энергоэффективности работы ветроэлектростанции с использованием программного пакета WindPRO.
41. Перспективы развития ветроэнергетики страны.
42. Оценка ветроэнергетических ресурсов по регионам России с использованием компьютерных баз метеоданных NASA, Meteonorm.
43. Устройство, принцип действия солнечных электростанций.

44. Классификация солнечных энергоустановок систем автономного энергоснабжения.
45. Расчет и выбор мощности СЭС, использованием программных пакетов PVsyst, Excel и компьютерных баз метеоданных NASA( Meteonorm).
46. Оценка энергоэффективности работы солнечной электростанции с использованием программного пакета PVsyst
47. Перспективы развития солнечной энергетики страны.
48. Оценка солнечной радиации по регионам России, с использованием компьютерных баз метеоданных NASA, Meteonorm.
49. Устройство, принцип действия гибридных электростанций.
50. Устройство, принцип действия когенерационных установок
51. Расчет и выбор мощности источников энергии гибридных электростанций.
52. Оценка энергоэффективности работы гибридных электростанций.
53. Оценка энергоэффективности работы когенерационных установок.
54. Классификация гибридных АСЭ и систем распределенной генерации с возобновляемыми источниками энергии (солнечными батареями, ВЭС, ГЭС или их совокупностью).
55. Перспективы развития систем децентрализованного, автономного электроснабжения с распределенной генерацией и Интернет энергии (IDEA).
56. Устройство, принцип действия, расчет и выбор автономных систем электроснабжения с топливными элементами.
57. Устройство, принцип действия, расчет и выбор автономных систем электроснабжения с водородными накопителями.
58. Устройство, принцип действия, расчет и выбор автономных системы электроснабжения с геотермальными источниками энергии.
59. Схема представления архитектуры Интернет энергии (IDEA)
60. Принцип построения систем децентрализованного электроснабжения с элементами Интернет энергии (IDEA)

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Системы электроснабжения с распределенной генерацией» применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. Критерии выставления оценок по экзамену по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» представлены в таблице 7.

Таблица 7

### Критерии оценки результатов обучения (экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
<b>Высокий уровень «5» (отлично)</b>	оценку «отлично» заслуживает студент, глубоко и прочно освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно. Студент, выполнивший и защитивший расчетно-графическую работу на высоком качественном уровне; не

	<p>затрудняется с ответом при видоизменении задания; справляется с нестандартными задачами, вопросами и другими видами применения знаний; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины; показывает разносторонние знания основной и дополнительной литературы; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.</p> <p><b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b></p>
<p><b>Средний уровень «4» (хорошо)</b></p>	<p>оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и логически правильно излагающий теоретический материал, не допускающий существенных неточностей в ответе на вопрос; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала. Студент, выполнивший и защитивший расчетно-графическую работу; усвоивший основную литературу, рекомендованную программой дисциплины; обладающий основными профессиональными компетенциями; в основном сформировал практические навыки.</p> <p><b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный и выше.</b></p>
<p><b>Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)</b></p>	<p>оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал только по обязательному минимуму содержания предмета, определенному программой дисциплины; выполнивший и защитивший расчетно-графическую работу; знания основной литературы, рекомендованной программой, отрывочны и не системны. Студент допускает неточности в ответе, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала, четкость и убедительность ответа выражена слабо, испытывает затруднения в выполнении типовых практических заданий, некоторые практические навыки не сформированы.</p> <p><b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b></p>
<p><b>Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)</b></p>	<p>оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал правильного понимания существа экзаменационных вопросов; не знает значительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки при выполнении типовых практических заданий. Студент, выполнивший и защитивший расчетно-графическую работу; основная литература по проблемам курса не усвоена, практические навыки не сформированы.</p> <p><b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b></p>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература.

1. Осмонов О.М. Общая энергетика: учебное пособие [http://elib.timacad.ru/dl/Local/Loca/186pdf/info] – М.: РГАУ-МСХА

им. К.А. Тимирязева, 2015 – 98с.

2. Лещинская Т.Б., Наумов И.В. Электроснабжение сельского хозяйства. – М.: БИБКОН, ТРАНСЛОГ, 2015. – 656с.

## **7.2. Дополнительная литература**

1. Быстрицкий, Г. Ф.. Общая энергетика [Текст] / Г. Ф. Быстрицкий. - 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2013. – 296 с.
2. Быстрицкий, Г. Ф. Основы энергетики [Текст] / Г.Ф. Быстрицкий. – М. : ИН-ФРА-М, 2006. – 278 с.
3. Лосюк, Ю. А.. Нетрадиционные источники энергии [Текст] / Ю. А. Лосюк, В. В. Кузьмич – Мн. : УП "Технопринт", 2005. – 233 с.
4. Водяников В. Т. Экономическая оценка проектных решений в энергетике АПК [Текст] / В. Т. Водяников. – М.: КолосС, 2008. – 264 с.
5. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ- 7. 6 и 7 изд. – Новосибирск: Норматика, 2019 – 462 с.
6. Капитанов, Д. В. Введение в MatLab: учебное пособие / Д. В. Капитанов, О. В. Капитанова. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2016. — 65 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153039> (дата обращения: 26.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **7.3. Нормативные правовые документы**

1. Государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года». Утверждена распоряжением Правительства РФ № 2446 – р от 27.12.2010.
2. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ №1715-р от 13.11.2009 г.
3. Энергетическая стратегия сельского хозяйства на период до 2020 года. / Ю.Ф. Лачуга, Загинайлов В.И. и др. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2009г. – 64с.
4. Указ Президента Российской Федерации № 490 от 10 октября 2019 года «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» сформирован федеральный проект «Искусственный интеллект».
5. Постановление № 493-СФ Совета Федерации федерального собрания РФ «О ходе реализации национального проекта «Цифровая экономика Российской Федерации от 4 июня 2019»». Москва от 18 ноября 2020 года.
6. Распоряжение Правительства Российской Федерации №3971-р от 29.12.2021 г. «Стратегическое направление в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 года»
7. ГОСТ 32144–2013. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Дата введения 01.07.2014.

8. ГОСТ Р 54149–2010 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Дата введения 01.01.2013.
9. ГОСТ Р 56124.1-2–2014. Возобновляемая энергетика. Гибридные электростанции на основе возобновляемых источников энергии, предназначенные для сельской электрификации. Рекомендации. Часть 2. Из требований по классификации систем электроснабжения. Дата введения 01.07.2016.
10. ГОСТ 17703-72 «Аппараты электрические коммутационные. Основные понятия. Термины и определения». Дата последнего изменения: 21.12.2017.
11. ГОСТ ИЕС 60947-6-1-2016 «Аппаратура распределения и управления низковольтная». Часть 6-1. Дата последнего изменения: 21.12.2017.
12. ГОСТ Р 50030.2-2010 (МЭК 60947-2:2006) «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели» Дата введения 2012.01.01.
13. ГОСТ Р 50030.4.1-2012 (МЭК 60947-4-1:2009) «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4. Контактторы и пускатели. Раздел 1. Электромеханические контактторы и пускатели» Дата введения 2013.07.01.
14. ГОСТ 16308-84 (СТ СЭВ 4150-83) «Реле электротепловые токовые. Общие технические условия». Дата введения 1995.01.01.
15. ГОСТ Р 50807-95 (МЭК 755-83) «Устройства защитные, управляемые дифференциальным (остаточным) током. Общие требования и методы испытаний». Дата введения 1996.01.01.
16. ГОСТ Р 51086-97 «Датчики и преобразователи физических величин электронные. Термины и определения». Дата введения 1998.07.01.
17. ГОСТ Р 55630-2013/ИЕС/TR 62066:2002 «Перенапряжения импульсные и защита от перенапряжений в низковольтных системах переменного тока» Дата введения 1996.01.01.
18. ГОСТ Р 52736-2007 «Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания» Дата введения 2008.07.01.
19. Развитие цифровой экономики в РФ. Программа до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р. 2. ГОСТ 32144 2013.

#### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Системы электроснабжения с распределенной генерацией» являются лекции, лабораторные работы, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции и практические занятия проводятся в группах, лабораторные занятия проводятся в подгруппах. По курсу предусмотрено решение типовых задач и выполнение расчетно-графической работы.

На лекциях излагается теоретический материал, практические занятия и лабораторные занятия проводятся для закрепления теоретических знаний.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

**Программы:** программная среда Microsoft Office; Mathcad; AutoCAD;

1. Программный продукт для проектирования фотоэлектрических систем. URL: <http://www.pvsyst.com/en/software> (дата обращения 10.05.2022).
2. Программный продукт, база метеоданных. URL: <http://www.meteonorm.com/en/downloads> (дата обращения 10.05.2022).

### Электронные интернет ресурсы технических библиотек:

1. [http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=40470](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=40470) (Электротехника и электроника: учебное пособие) (открытый доступ);
2. <http://www.kodges.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате .pdf для бесплатного перекачивания) (открытый доступ);
3. <http://www.electrolibrary.info> (электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ);
4. <http://www.edu.ru/> (Федеральный портал «Российское образование») (открытый доступ);
5. <http://school-collection.edu.ru/> (Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов») (открытый доступ);
6. <http://docs.cntd.ru> (Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Кодекс-Техэксперт») (открытый доступ);
7. <https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts> («Росстандарт», официальный перечень действующих стандартов и регламентов) (открытый доступ);
8. <https://cyberleninka.ru> науч. электронная библиотека «КиберЛенинка»
9. Математическая программа с графическим редактором SMath Studio <https://ru.smath.com/>
10. Алюнов А.Н. Онлайн Электрик: Интерактивные расчеты систем электроснабжения URL: [http://online\\_electric.ru/](http://online_electric.ru/) (дата обращения: 10.05.2022).
11. Калькулятор расчета мощности электростанции <https://www.energocontinent.ru/raschet-moshhnosti> (дата обращения: 10.05.2022).

### Информационные центры России

- с) Всероссийский институт научной и технической информации РАН (ВИНИТИ РАН) (интернет-ресурс) (открытый доступ).
- d) Всероссийский научно-технический информационный центр (ВНТИ-Центр) (интернет-ресурс) (открытый доступ).
- e) Защита интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ) (интернет-ресурс) (открытый доступ).
- f) Российский научно-технический центр по стандартизации (СТАНДАРТИН-ФОРМ) (интернет-ресурс) (открытый доступ).

**Каталоги электрооборудования фирм:** КЭАЗ; Сименс; Шнайдер-электрик; Овен, Легранд, Декрафт и др.

- <https://keaz.ru/> (открытый доступ);
- <http://www.dekrafl.ru/> (открытый доступ);
- <http://www.siemens.ru/> (открытый доступ);

- <http://www.shneider-electric.ru/> (открытый доступ);
- <http://www.шнайдер-электрика.рф> (открытый доступ);
- <http://www.legrand.ru/> (открытый доступ);
- <http://www.owen.ru/> (открытый доступ).

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы. Определяются преподавателем при организации самостоятельной работы студента в процессе решения конкретных инженерно-технологических задач

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Системы электроснабжения с распределенной генерацией

Таблица 9

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Состояние электроснабжения удаленных электропотребителей и роль сквозных цифровых в управлении их энергообеспечением	Microsoft Word	Оформление	Microsoft	2010
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц	Microsoft	2010
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesc	2009
			Презентация		
		Microsoft Word Power Point Zoom	Видеоконференции	Microsoft	2010
			Виртуальная Доска	Zoom Video Communication	2016
2.	Тема 2. Энергоэффективность и энергосбережение в системах электроснабжения с распределенной генерацией	Miro Jamboard	моделирование электрических схем	Miro Google	2017
		Electronics Workbench (Multisim)		National Instruments Electronics Workbench Group	2009
		Microsoft Word	Оформление	Microsoft	2010
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц	Microsoft	2010
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesc	2009
			Презентация		
		Microsoft Word	Видеоконферен-		

		Power Point Zoom	ции	Microsoft	2010
			Виртуальная Доска	Zoom Video Communica- tion	2016
		Miro Jamboard			
		<u>Electronics Work- bench</u> (Multisim)	моделирование электрических схем	Miro Google	2017
				National Instruments Electronics Workbench Group	2009
3.	Определение электрических нагрузок, выбор источника и расчет систем электроснабжения с распределенной генерацией Интерактивные расчеты систем электроснабжения.	Microsoft Word Microsoft Excel	Оформление Расчетная, со- ставление таблиц Система автома- тизированного проектирования (САПР)	Microsoft Microsoft	2010 2010
		AutoCad		Autodesc	2009
		Microsoft Word Power Point Zoom	Презентация  Видеоконферен- ции	Microsoft	2010
			Виртуальная Доска	Zoom Video Communica- tion	2016
		Miro Jamboard			
		<u>Electronics Work- bench</u> (Multisim)	моделирование электрических схем	Miro Google	2017
				National Instruments Electronics Workbench Group	2009
4.	Тема 4. Электропитание мобильных машин.	Microsoft Word Microsoft Excel	Оформление Расчетная, со- ставление таблиц Система автома- тизированного проектирования (САПР)	Microsoft Microsoft	2010 2010
		AutoCad		Autodesc	2009
		Microsoft Word Power Point Zoom	Презентация  Видеоконферен- ции	Microsoft	2010
			Виртуальная Доска	Zoom Video Communica- tion	2016

		Miro Jamboard  <u>Electronics Workbench</u> (Multisim)	моделирование электрических схем	Miro Google  National Instruments Electronics Workbench Group	2017  2009
5.	Тема 5. Электроагрегаты и электростанции с тепловыми двигателями.	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad   Microsoft Word Power Point Zoom  Miro Jamboard  <u>Electronics Workbench</u> (Multisim)	Оформление Расчетная, составление таблиц Система автоматизированного проектирования (САПР)  Презентация  Видеоконференции  Виртуальная Доска  моделирование электрических схем	Microsoft Microsoft  Autodesc   Microsoft  Zoom Video Communication  Miro Google  National Instruments Electronics Workbench Group	2010 2010  2009   2010 2016  2017 2009
6.	Тема 6. Системы электроснабжения с распределенной генерацией и накопителями энергии.	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad   Microsoft Word Power Point Zoom  Miro Jamboard  <u>Electronics Workbench</u>	Оформление Расчетная, составление таблиц Система автоматизированного проектирования (САПР)  Презентация  Видеоконференции  Виртуальная Доска  моделирование электрических схем	Microsoft Microsoft  Autodesc   Microsoft  Zoom Video Communication  Miro Google  National	2010 2010  2009   2010 2016  2017

		(Multisim)		Instruments Electronics Workbench Group	2009
7.	Тема 7. Мини-ГЭС и микро-ГЭС систем электроснабжения с распределенной генерацией	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Microsoft Word Power Point Zoom  Miro Jamboard  <u>Electronics Workbench</u> (Multisim)	Оформление Расчетная, составление таблиц Система автоматизированного проектирования (САПР)  Презентация  Видеоконференции  Виртуальная Доска  моделирование электрических схем	Microsoft Microsoft  Autodesc  Microsoft  Zoom Video Communication  Miro Google  National Instruments Electronics Workbench Group	2010 2010  2009  2010 2016  2017 2009
8.	Ветроэнергетические установки систем электроснабжения с распределенной генерацией. Планирование, проектирование и выбор ВЭС с использованием программного пакета WindPRO и компьютерных баз метеоданных NASA, Meteororm.	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Microsoft Word Power Point Zoom  Miro Jamboard  <u>Electronics Workbench</u> (Multisim)	Оформление Расчетная, составление таблиц Система автоматизированного проектирования (САПР)  Презентация  Видеоконференции  Виртуальная Доска  моделирование электрических схем	Microsoft Microsoft  Autodesc  Microsoft  Zoom Video Communication  Miro Google  National Instruments Electronics	2010 2010  2009  2010 2016  2017 2009

				Workbench Group	
9.	Солнечные установки в системах электроснабжения с распределенной генерацией. Методика оценки энергии солнечного излучения, расчета и выбора СЭС с использованием программных пакетов PVsyst, Excel и компьютерных баз метеоданных NASA, Meteonorm.	<p>Microsoft Word Microsoft Excel</p> <p>AutoCad</p> <p>Microsoft Word Power Point Zoom</p> <p>Miro Jamboard</p> <p><u>Electronics Workbench</u> (Multisim)</p>	<p>Оформление Расчетная, составление таблиц Система автоматизированного проектирования (САПР)</p> <p>Презентация</p> <p>Видеоконференции</p> <p>Виртуальная Доска</p> <p>моделирование электрических схем</p>	<p>Microsoft Microsoft</p> <p>Autodesc</p> <p>Microsoft</p> <p>Zoom Video Communication</p> <p>Miro Google</p> <p>National Instruments Electronics Workbench Group</p>	<p>2010 2010</p> <p>2009</p> <p>2010</p> <p>2016</p> <p>2017</p> <p>2009</p>
10	Тема 10. Энергоснабжение потребителей с использованием гибридных и когенерационных установок	<p>Microsoft Word Microsoft Excel</p> <p>AutoCad</p> <p>Microsoft Word Power Point Zoom</p> <p>Miro Jamboard</p> <p><u>Electronics Workbench</u> (Multisim)</p>	<p>Оформление Расчетная, составление таблиц Система автоматизированного проектирования (САПР)</p> <p>Презентация</p> <p>Видеоконференции</p> <p>Виртуальная Доска</p> <p>моделирование электрических схем</p>	<p>Microsoft Microsoft</p> <p>Autodesc</p> <p>Microsoft</p> <p>Zoom Video Communication</p> <p>Miro Google</p> <p>National Instruments Electronics</p>	<p>2010 2010</p> <p>2009</p> <p>2010</p> <p>2016</p> <p>2017</p> <p>2009</p>

				Workbench Group	
11	Лекция № 11. Перспективы развития систем централизованного и децентрализованного электроснабжения с распределенной генерацией и интернет энергии (IDEA).	Microsoft Word Microsoft Excel  AutoCad  Microsoft Word Power Point Zoom  Miro Jamboard  <u>Electronics Workbench</u> (Multisim)	Оформление Расчетная, составление таблиц Система автоматизированного проектирования (САПР)  Презентация  Видеоконференции  Виртуальная Доска  моделирование электрических схем	Microsoft Microsoft  Autodesc  Microsoft  Zoom Video Communication  Miro Google  National Instruments Electronics Workbench Group	2010 2010  2009  2010 2016  2017  2009

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

#### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
24 корпус, аудитория № 106 учебная лаборатория для проведения занятий семинарского, лабораторно-практического типа, компьютерный класс с интерактивной доской	1. Компьютеры – 18 шт, оснащенных Wi-Fi, с интернет – доступом
Центральная научная библиотека имени	5 компьютеризированных, организованных по

Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов	принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, с интернет – доступом
Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки	

**\*\* оборудование , используемое для практической подготовки**

### **Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины**

Учебный курс «Системы электроснабжения с распределенной генерацией» является результирующим по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, направленность Распределительные электрические сети. В этом курсе студент получает знания о современных научно-инженерных решениях, используемых при разработке автономных систем электроснабжения. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по направлению подготовки.

Методические рекомендации для успешного освоения студентами дисциплины «Системы электроснабжения с распределенной генерацией» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на лекциях. Самостоятельно производить расчеты элементов систем управления с использованием электронных таблиц, математических пакетов и моделирующих программ. Используя информационные технологии, знакомиться с существующими автономными системами электроснабжения. Организовать электронное хранилище информации по своей специальности и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.

2. К выполнению лабораторной работы необходимо самостоятельно изучить по учебникам теоретический материал. На лабораторных занятиях необходимо обдуманно выполнять задания, производить расчеты и анализировать полученные результаты. Защищать лабораторную работу по возможности следует в день её выполнения или ближайшее время.

3. Максимально использовать возможности производственной практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (электромонтажной) на предприятии для визуального изучения, имеющих на предприятии автоматизированных систем управления технологическими процессами.

4. Регулярно посещать тематические выставки, например, «Агропродмаш», «Золотая осень», «Электро» и др.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- практические занятия;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

-самостоятельная работа обучающихся.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему и ответить в устной форме на вопросы задаваемые преподавателем по теме лекции.

Студент, пропустивший лабораторную работу, должен самостоятельно изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, порядок ее проведения и отработать ее в соответствии с установленным кафедрой графиком отработок лабораторных работ.

Студент, пропустивший практическое занятие, должен самостоятельно изучить теоретический материал по теме практического занятия и ответить в устной форме на вопросы задаваемые преподавателем по теме практического занятия.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Формами организации учебного процесса по дисциплине, согласно структуре, являются лекции, лабораторные занятия практические занятия, консультации и самостоятельная работа студентов.

Чтение лекций осуществляется в аудитории, оборудованной аппаратурой для компьютерной презентации. На лекциях излагается теоретический материал: даётся оценка роли дисциплины в учебном процессе, рассматриваются основные понятия и определения. Рассматриваются общие вопросы проектирования сельскохозяйственных объектов и их систем электроснабжения, последовательность выполнения проектных работ, состав проектной документации, современные системы компьютерного проектирования (*AUTOCAD*), современные программные средства для выбора и расчета электротехнических средств и энергетического оборудования при проектировании. Излагается порядок расчета и выбора автономных источников электроснабжения, преобразователей и защитных аппаратов, проводов и кабелей. Рассматриваются схемы, применяемые в проектах электроснабжения (технологические, структурные, функциональные, принципиальные, схемы соединений и подключений) и их разработка, излагаются вопросы проектирования систем централизованного контроля и управления, щитов и пультов, порядок их выбора. Чтение лекций целесообразно сопровождать демонстрацией презентаций, видеоклипов и т. п. Для этого в лекционной аудитории рекомендуется иметь проекционное оборудование, интерактивную доску и т. п.

Лабораторные работы проводятся на специализированных стендах и согласно разработанным на кафедре методическим указаниям. Эффективно при

этом использовать имеющееся на кафедре программное обеспечение. Преподаватель оценивает решения и проводит анализ результатов.

Использование компьютерной техники подразумевает применение программного обеспечения и специальных программ для аудиторного обучения и самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины. Для этого кафедре следует обеспечить преимущественно сертифицированное программное обеспечение для всех форм занятий по дисциплине.

Проведение практических занятий осуществляется в аудитории, оборудованной аппаратурой для компьютерной презентации. По наиболее сложным темам дисциплины и возникшим при этом вопросам, на практических занятиях могут быть проведены собеседования и консультации.

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (контрольной работы и расчетно-графической работы). При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия, компьютерное тестирование по разделам дисциплин.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и поисковых ресурсов по электрооборудованию, средствам механизации и электрификации процессов, техническому сервису в агропромышленном комплексе.

Изучение курса сопровождается постоянным контролем самостоятельной работы студентов, разбором и обсуждением выполненных домашних заданий, с последующей корректировкой принятых ошибочных решений. Контроль выполнения индивидуальных домашних заданий осуществляет ведущий дисциплину преподаватель.

Преподавание дисциплины основано на максимальном использовании активных форм обучения и самостоятельной работы студентов. Под руководством преподавателя студенты должны самостоятельно осуществлять поиск необходимой информации и принимать обоснованные решения по конкретным ситуациям.

**Программу разработал:** Загинайлов В.И., д.т.н., профессор

---