

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 03.09.2022 14:46:27  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

Приложение к ОПОП  
«Возобновляемая энергетика»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ  
ЭНЕРГИИ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

по профилю

**«Возобновляемая энергетика»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Лавров А.Г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РАПС  
12.03.2019, протокол № 7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФЭА, 26.03.2019, протокол № 7

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	РАПС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	4
Семестр	7
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	51
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	39
Всего (академ. часов)	108
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (курс)	4

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ»**

Рассмотрены основы теории и принципы функционирования систем передачи и распределения электрической энергии.

Акцент делается на физическую сущность явлений, сопровождающих процессы передачи, распределения и потребления электрической энергии; на формирование знаний в области теории, расчета и анализа режимов работы электроэнергетических систем и электрических сетей систем электроснабжения, обеспечения при их эксплуатации экономичности, надежности, а также качества электроэнергии.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«SYSTEMS TRANSFER AND DISTRIBUTION OF ELECTRIC ENERGY»**

The basics of the theory and principles of functioning of the transmission and distribution of electrical energy are considered.

The emphasis is on the physical nature of the phenomena accompanying the processes of transmission, distribution and consumption of electrical energy; on the formation of knowledge in the field of theory, calculation and analysis of the operating modes of electric power systems and electrical networks of power supply systems, ensuring efficiency, reliability, and power quality during their operation.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Цель дисциплины -изучение структуры и принципов построения электро-энергетических систем, современных систем передачи и эффективного и надежного распределения электроэнергии и формирование умений и навыков применения их в профессиональной деятельности.

2. Задачи дисциплины:

Изучение структуры и принципов построения электроэнергетических систем, современных систем передачи и эффективного и надежного распределения электроэнергии.

Формирование знаний в области теории, расчета и анализа режимов работы линий электропередач и распределительных сетей систем электроснабжения.

Приобретение навыков применения методов и средств обеспечения качества электроэнергии, а также повышения эксплуатационной экономичности и надежности электрических систем и сетей.

3. Знания в области современных способах передачи электрической энергии, ее эффективного и надежного распределения потребителям.

4. Умения в проведении анализа режимов работы линий электропередач и распределительных сетей систем электроснабжения.

5. Навыки применения методов и средств обеспечения качества электроэнергии, а также повышения эксплуатационной экономичности и надежности электрических систем и сетей.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Возобновляемая энергетика»
2. «Моделирование в элетроэнергетике»
3. «Теоретические основы электротехники»
4. «Электрические машины»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
<i>УК-2.1</i>	<i>Выбирает виды ресурсов с учетом ограничений для решения профессиональных задач, определенные методы оценки разных способов решения задач с учетом действующего законодательства и правовых норм, регулирующих профессиональную деятельность</i>
<i>УК-2.2</i>	<i>Определяет круг задач в рамках выбранных видов профессиональной деятельности, планирует собственную деятельность исходя из имеющихся ресурсов, решает поставленные задачи, использует нормативно-правовую документацию профессиональной сферы</i>

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение.	1			
2	Электроэнергетическая система	3		1	6
3	Системы передачи и распределения электрической энергии.	3			6
4	Конструктивное исполнение линий электропередачи	3			4
5	Схемы замещения линий электропередачи	5	3		4
6	Параметры и схемы замещения трансформаторов электроэнергетических систем	6	4		4
7	Расчет и анализ установившихся режимов работы разомкнутых сетей	6	6		4
8	Рабочие режимы электроэнергетических систем. Методы и средства регулирования рабочих режимов	8			4
9	Качество электрической энергии и основы регулирования режимов систем передачи и распределения электроэнергии	9			4
10	Элементы проектирования систем распределения электрической энергии	6	4		3
11	Заключение	1			0
	Итого, ач	51	17	1	39
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение.	Цели и задачи дисциплины.
2	Электроэнергетическая система	Основные понятия, термины и определения. Электрические станции. Электрические сети. Приемники и потребители электроэнергии. Единая электроэнергетическая система России.
3	Системы передачи и распределения электрической энергии.	Характеристика систем передачи электрической энергии. Характеристика систем распределения электрической энергии. Схемы распределительных устройств трансформаторных подстанций.



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Конструктивное исполнение линий электропередачи	Воздушные линии электропередачи. Кабельные линии электропередачи. Токопроводы. Электропроводки.
5	Схемы замещения линий электропередачи	Общие сведения. Схемы замещения воздушных линий. Параметры схемы замещения воздушной линии с расщепленными фазами. Схемы замещения кабельных линий. Схемы замещения ЛЭП и области их применения. Воздушные линии электропередачи со стальными проводами.
6	Параметры и схемы замещения трансформаторов электроэнергетических систем	Особенности схем замещения силовых трансформаторов электроэнергетических систем. Особенности применения и схема замещения трехобмоточных трансформаторов. Особенности применения и схема замещения трансформаторов с расщеплённой обмоткой. Особенности применения и схема замещения автотрансформаторов.
7	Расчет и анализ установившихся режимов работы разомкнутых сетей	Общие положения. Методы расчета электрических нагрузок. Расчет режима линии при заданном токе нагрузки. Расчет режима линии при заданной мощности нагрузки. Линия в режиме холостого хода. Падение и потеря напряжения в линии. Допущения при расчете разомкнутых распределительных сетей.
8	Рабочие режимы электроэнергетических систем. Методы и средства регулирования рабочих режимов	Баланс активной мощности и его обеспечение. Первичное и вторичное регулирование частоты. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Регулирующий эффект нагрузки. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности на электростанциях. Компенсация реактивной мощности. Компенсирующие устройства.
9	Качество электрической энергии и основы регулирования режимов систем передачи и распределения электроэнергии	Общие положения. Показатели качества электроэнергии. Общая характеристика режима электрической сети по напряжению. Средства и режимы регулирования напряжения. Регулирование напряжения на электростанциях и подстанциях. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях. Специальные регулировочные трансформаторы. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети и изменением потоков реактивной мощности. Несимметрия в электрических сетях и мероприятия по ее снижению. Несинусоидальность в электрических сетях и мероприятия по борьбе с ней.
10	Элементы проектирования систем распределения электрической энергии	Выбор номинального напряжения электрической сети. Определение сечения проводников линий электропередачи по условиям экономичности. Определение сечения линий в распределительных сетях по допустимой потере напряжения. Проверка сечения линии по условиям допустимого нагрева. Выбор аппаратов защищающих сеть от перегрева.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
11	Заключение	Основные направления развития и оптимизации систем передачи и распределения электрической энергии.

#### 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Параметры схемы замещения линий электропередач	3
2. Параметры схемы замещения трансформаторов	4
3. Расчет режимов работы электрических сетей	3
4. Падение и потеря напряжения в линии	3
5. Определение сечения проводов и кабелей	4
Итого	17

#### 4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### 4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

#### 4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

#### 4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

## 4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

## 4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	9
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	6
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	6
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	9
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	9
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>39</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Основы электроэнергетики и электроснабжения [Электронный ресурс] : метод. указания к практ. занятиям по дисциплине "Электроснабжение и распределение электрической энергии", "Электроснабжение технологических комплексов" / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2012. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
Дополнительная литература		
1	Экспериментальные исследования шума и вибрации вращающихся электрических машин [Текст] : Метод. указания к лаб. работам по дисциплине "Виброакустика электрических машин" / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2003. -32 с.	неогр.
2	Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Основы энергетики и электроснабжение" [Текст] : учеб. пособие / Сост. А.Г. Лавров; СПбГЭТУ, 1997. -31 с. с.	неогр.

### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Электронная электротехническая библиотека <a href="http://www.electrolibrary.info/">http://www.electrolibrary.info/</a>
2	Электроэнергетический информационный центр <a href="http://www.urlw.ru/w.electrocentr.info">http://www.urlw.ru/w.electrocentr.info</a>
3	Школа для электриков <a href="http://electricalschool.info/">http://electricalschool.info/</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10101>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Системы передачи и распределения электрической энергии» формой промежуточной аттестации является зачет с оценкой.

#### Зачет с оценкой

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

## Особенности допуска

Студент допускается к дифференцированному зачету, если средняя оценка по результатам сдачи трех контрольных работ является положительной. Дифференцированный зачет проводится в виде устного собеседования со студентом. При выставлении оценки по промежуточной аттестации учитывается активность работы студента на практических занятиях.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Примерные вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Электроэнергетическая система и ее составные части. Преимущества объединенных электроэнергетических систем.
2	Приемники электрической энергии и их классификация: по степени надежности, по режиму работы, по технологическому назначению.
3	Конструктивное выполнение воздушных электрических сетей.
4	Схема замещения кабельной линии электропередачи и ее параметры
5	Векторная диаграмма линии при нагрузке и порядок ее построения.
6	Баланс активной мощности в электроэнергетической системе.
7	Основные показатели качества электрической энергии.
8	Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности на примере синхронного компенсатора.
9	Несинусоидальность в электрических сетях и мероприятия по борьбе с ней.

### Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольная работа №1 по темам 1-4. Содержит 5 вопросов

Вариант № 1

1. Требования, которым должны отвечать системы передачи и распределения электроэнергии.
2. Классификация традиционных электростанций.
3. Три основные режимы работы электрических сетей.
4. Какая мощность ЛЭП называется натуральной и что понимается под

пропускной способностью ЛЭП и чем она ограничена. .

## 5. Изоляторы ВЛ.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3



### 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
4	Электроэнергетическая система Системы передачи и распределения электрической энергии. Конструктивное исполнение линий электропередачи	Контрольная работа
12	Схемы замещения линий электропередачи Параметры и схемы замещения трансформаторов электроэнергетических систем Расчет и анализ установившихся режимов работы разомкнутых сетей	Контрольная работа
16	Рабочие режимы электроэнергетических систем. Методы и средства регулирования рабочих режимов Качество электрической энергии и основы регулирования режимов систем передачи и распределения электроэнергии	Контрольная работа

### 6.4 Методика текущего контроля

#### 1. Методика текущего контроля на лекционных занятиях.

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80% занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

#### 2. Методика текущего контроля на практических (семинарских) занятиях

2.1. Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее 80% занятий);
- выполнение 3 контрольных работ (на 4, 12 и 16 неделях).

Каждая из трех контрольных работ содержит пять вопросов. За ответ на каждый вопрос студент может получить следующие баллы:

- 1 балл – студент правильно и полностью ответил на поставленный вопрос;
- 0,5 балла – студент ответил правильно, но есть недочеты;
- 0 баллов – студент не правильно ответил на вопрос.

В результате выполнения каждой контрольной работы студент может по-

лучить от нуля до пяти баллов с точность до половины балла. По результатам трех контрольных работ выводится средняя оценка. Если интегральная оценка целое число баллов, то она является окончательной оценкой промежуточной аттестации. Если интегральная оценка дробная, то она округляется до целого числа баллов, в большую или меньшую сторону, после устного собеседования со студентом. После чего она является окончательной оценкой промежуточной аттестации.

2.2 В ходе проведения практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

### **3. Методика текущего контроля самостоятельной работы студентов.**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным в п.п. 1-2.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, меловая или маркерная доска.	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, меловая или маркерная доска.	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>