

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 20.03.2023 11:31:08  
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

**«МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

по профилю

**«Возобновляемая энергетика»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

ассистент Армашев А.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РАПС  
16.09.2020, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФЭА, 30.09.2020, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	РАПС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	3
Семестр	6
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	34
Лабораторные занятия (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	86
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	58
Всего (академ. часов)	144
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (курс)	3

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»**

Рассматриваются принципы моделирования и способы представления моделей электроэнергетических систем и их подсистем, а также методы, приемы, способы формализации объектов, процессов, явлений и реализации их на компьютере. Рассматриваются достоинства и недостатки различных способов представления моделей электроэнергетических систем. Студенты знакомятся с современными инструментальными средствами моделирования. Дисциплина моделирование в электроэнергетике является одной из основополагающих дисциплин, формирующих навыки по использованию современных информационных технологий в решении задач бакалавров на производстве.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«MODELLING IN ELECTRICAL EQUIPMENT»**

Principles of modelling and ways of representation of models of electrotechnical systems and their subsystems, and also methods, receptions, ways of formalization of objects, processes, the phenomena and their realizations on a computer are considered. Merits and demerits of various ways of representation of models of electrotechnical systems are considered. Students get acquainted with modern tool means of modelling. The discipline modelling in the electrical engineer is one of the basic disciplines forming skills on use of modern information technologies in the decision of problems of bachelors on manufacture.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целью изучения дисциплины является освоение методологии и технологии моделирования (в первую очередь компьютерного) при проектировании и эксплуатации технических объектов управления различных отраслей промышленности и систем обработки информации, формирование умений и навыков их применения в профессиональной деятельности.

2. Основными задачами дисциплины являются:

1. Получение представлений о принципах моделирования и способах представления моделей электроэнергетических систем и их подсистем.

2. Овладение методами, приемами, способами формализации объектов, процессами, явлениями и реализации их на компьютере.

3. Знать современные инструментальные средства моделирования.

3. Фундаментальные знания по классификации моделей и видам моделирования; основным положениям теории подобия; этапам математического моделирования; принципам построения и основным требованиям к математическим моделям электроэнергетических систем; целям и задачам исследования математических моделей электроэнергетических систем; общей схемы разработки математических моделей; формализации процесса функционирования электроэнергетических системы; понятию агрегативной модели; формам представления математических моделей; общим закономерностям физических процессов в объектах автоматизации различной физической природы; методам исследования математических моделей электроэнергетических систем и процессов; имитационному моделированию; методам упрощения математических моделей; методам анализа фундаментальных свойств технологических процессов и систем управления, методам синтеза систем управления; современным инструменталь-

ным средствам моделирования.

4. Умения применять методы получения математических моделей объектов автоматизации управления различной физической природы; представлять модели в алгоритмическом и математическом виде (объекты и процессы); оценивать качество модели; планировать машинный эксперимент; применять современные пакеты машинной графики при выполнении проектноконструкторских работ в области профессиональной деятельности.

5. Навыки работы с современными инструментальными средствами выполняющими: математическое моделирование; формализацию процесса функционирования электроэнергетической системы; построение функциональных моделей; исследование математических моделей электроэнергетических систем и процессов; представление результатов моделирования; реализацию технологических задач с использованием компьютера.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический анализ»
2. «Физика»
3. «Информационные технологии»
4. «Теоретические основы электротехники»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Электропривод в современных технологиях»
2. «Системы управления электроприводами»

### 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-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
<i>УК-1.1</i>	<i>Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи</i>
<i>УК-1.2</i>	<i>Применяет методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывает стратегию действий, принимает конкретные решения для ее реализации</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	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2	1			1
2	Тема 1. Методология моделирования	6	3	6		11
3	Тема 2. Концептуальная модель и ее формализация	6	3	6		11
4	Тема 3. Математическое моделирование электроэнергетических систем	6	3	8		11
5	Тема 4. Обработка и анализ результатов моделирования систем	6	3	8		11
6	Тема 5. Визуализация динамических характеристик в электроэнергетических системах.	6	3	6		11
7	Заключение	2	1		1	2
	Итого, ач	34	17	34	1	58
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4				

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	
2	Тема 1. Методология моделирования	
3	Тема 2. Концептуальная модель и ее формализация	
4	Тема 3. Математическое моделирование электроэнергетических систем	
5	Тема 4. Обработка и анализ результатов моделирования систем	
6	Тема 5. Визуализация динамических характеристик в электроэнергетических системах.	
7	Заключение	



## 4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. 1. MatLab моделирование систем и обработка сигналов.	2
2. 2. Исследование однофазного двухполупериодного выпрямителя.	4
3. 3. Исследование трехфазного двухполупериодного мостового выпрямителя.	4
4. 4. Исследование однофазного мостового управляемого выпрямителя.	4
5. 5. Исследование трехфазного управляемого выпрямителя в режимах выпрямления и инвертирования.	4
6. 6. Исследование мостового широтно-импульсного преобразователя с симметричным законом управления.	4
7. 7. Исследование однофазного мостового инвертора с симметричным управлением.	4
8. 8. Исследование импульсных источников питания.	4
9. 9. Моделирование устройств силовой электроники. Вторичный источник питания полупроводникового электропривода с рекуперацией энергии в сеть.	4
Итого	34

## 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. 1. Моделирование на микро-уровне.	2
2. 2. Моделирование на макро-уровне.	2
3. 3. Моделирование на мета-уровне.	3
4. 4. Подходы к построению математических моделей систем непрерывно -детерминированных.	3
5. 5. Подходы к построению математических моделей систем дискретно -детерминированных.	3
6. 6. Подходы к моделированию электроприводных систем различных промышленных механизмов, агрегатов и комплексов.	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 деятель-

ности, которые указывают путь решения проблемы.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	20
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	6
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	6
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	10
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	10
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	6
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>58</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	Белов, Михаил Петрович. Моделирование в электротехнике [Текст] : [монография] / М. П. Белов, 2014. -163 с.	10
Дополнительная литература		
1	Белов, Михаил Петрович. Моделирование в электротехнике [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / М. П. Белов, 2021. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Моделирование в электроэнергетике <a href="http://simenergy.ru/">http://simenergy.ru/</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10317>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Моделирование в электроэнергетике» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: 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**

Выполнение 9 лабораторных работ, подготовка к отчетов, защита отчетов на коллоквиумах.

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

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
1	Тема 1. Методология моделирования	
2		
3		
4		
5		Коллоквиум
6	Тема 2. Концептуальная модель и ее формализация	
7		Коллоквиум
8	Тема 3. Математическое моделирование электроэнергетических систем	
9		Коллоквиум
10	Тема 4. Обработка и анализ результатов моделирования систем	
11		Коллоквиум
12	Тема 5. Визуализация динамических характеристик в электроэнергетических системах.	
13		
14		
15		
16		
17		
18		Коллоквиум

### 6.4 Методика текущего контроля

#### **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.

#### **Методика текущего контроля на лабораторных занятиях.**

Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты. В процессе обучения по дисциплине «Электрические машины» студент обязан выполнить **9 лабораторных работ**. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита.

Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется индивидуально (или в бригадах по четыре человека). Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ пра-

вилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально на коллоквиумах. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы. Примеры контрольных вопросов приведены в методических указаниях по выполнению лабораторных работ.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам.

### **Методика текущего контроля на практических (семинарских) занятиях**

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80% занятий). В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также мо-



жет учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Аудитория с экраном и/или проектором на 120 посадочных мест.	
Лабораторные работы	Лаборатория	Аудитория на 30 посадочных мест.	
Практические занятия	Аудитория	Аудитория на 30 посадочных мест.	
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>
1		программа актуальна, изменения не требуются	15.06.2021, протокол № 9	ассистент, А.А. Армашев	
2		программа актуальна, изменения не требуются	16.03.2022, протокол № 7	ассистент, А.А. Армашев	