

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 21.06.2023 10:13:19  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Информационные системы и  
технологии в бизнесе»



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

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 СИСТЕМ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

09.03.02 «Информационные системы и технологии»

по профилю

**«Информационные системы и технологии в бизнесе»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

проф. каф. АПУ, д.т.н. Фомин Б.Ф.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АПУ  
18.01.2022, протокол № 1

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФКТИ, 18.01.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	АПУ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	4
Семестр	7
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	111
Всего (академ. часов)	180
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	4

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ»**

Цели дисциплин охватывают основные подходы к имитационному моделированию сложных систем: динамическое моделирование, системно-динамическое моделирование, когнитивное моделирование, многоагентные системы, дискретно-событийное моделирование, сети Петри и их расширения, методы и алгоритмы Data Mining для построения классификационных моделей. Практическое освоение методов выполняется в современных средах моделирования и анализа данных: AnyLogic, RStudio, Orange.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«SYSTEM MODELLING»**

The main approaches to simulation of complex systems are considered: dynamic modeling, system dynamics modeling, cognitive modeling, multi-agent systems, discrete-event simulation, Petri nets and their extensions, methods and Data Mining algorithms to build classification models. Practical study of the methods is performed in modern modeling and data analysis environments: AnyLogic, RStudio, Orange.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целью дисциплины является получение студентами знаний основных систем моделирования, умений и навыков практического применения полученных знаний с использованием математического аппарата и программных средств.

2. Задачи дисциплины:

1). Изучение основ имитационного моделирования.

2). Формирование умений практического решения задач компьютерного моделирования технических, производственных, организационных, экономических и социальных систем на основе полученных знаний.

3). Освоение навыков решения на персональных ЭВМ простейших задач в области имитационного моделирования.

3. После изучения дисциплины студент должен приобрести:

-знания об основных понятиях, принципах и методах теории моделирования систем;

-знания о классификации способов представления моделей систем;

-знания приемов, методов, способов формализации объектов, процессов, явлений и реализации их на компьютере;

-знания о математических, статистических и имитационных методах моделирования систем;

-знать способы построения и работы генераторов случайных чисел;

-знать сущность методов статистического и имитационного моделирования и особенности алгоритмов их реализации с помощью генераторов случайных чисел;

-знать способы составления моделей динамических процессов и систем массового обслуживания;

-знание об общих представлениях об использовании информационных технологий в процессе создания и исследования моделей информационных систем;  
-знать достоинства и недостатки различных способов представления моделей систем.

4. Студент должен иметь:

-умение создавать статистические модели процессов и объектов, использовать генераторы случайных чисел при создании моделей, осуществлять вычислительный эксперимент;  
-умение моделировать случайные величины с заданными законами распределения, создавать модели потоков событий, обрабатывать данные вычислительного эксперимента;  
-умение исследовать динамические процессы с использованием имитационных моделей, анализировать и выбирать вычислительные методы решения задач моделирования информационных систем;  
-умение представить модель в алгоритмическом и математическом виде;  
-умение оценить качество построенной модели;  
-умение применять полученные знания при моделировании динамических и информационных процессов.

5. Владеть:

-навыками использования практических методов статистических испытаний и вычислительного эксперимента;  
-навыками разработки имитационных моделей случайных событий, факторов и процессов, применительно к задачам профессиональной области;  
-навыками и практическим опытом постановки и решения прикладных задач моделирования динамических и информационных процессов с помощью применения современных технологий и программных продуктов имитационного моделирования.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математическая логика и теория алгоритмов»
2. «Дискретная математика»
3. «Теория вероятностей и математическая статистика»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Теория управления»

### 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>
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;
<i>ОПК-1.3</i>	<i>Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности</i>
ОПК-8	Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем.
<i>ОПК-8.1</i>	<i>Знает методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, основные методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем, инструментальные средства моделирования и проектирования</i>
<i>ОПК-8.2</i>	<i>Умеет применять на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем на практике</i>
<i>ОПК-8.3</i>	<i>Имеет навыки моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем</i>
ПК-2	Способен обосновывать правильность выбранных моделей, способов и методов для проведения исследований на всех этапах жизненного цикла программных средств
<i>ПК-2.2</i>	<i>Умеет проводить сравнительный анализ различных объектов</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. Когнитивное моделирование	5	5	1	15
2	Модели системной динамики	6	6	0	20
3	Дискретно-событийное моделирование	6	6	0	20
4	Многоагентное моделирование	6	6	0	20
5	Сети Петри и их расширения	6	6	0	20
6	Методы Data Mining. Заключение	5	5	0	16
	Итого, ач	34	34	1	111
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение. Когнитивное моделирование	Система. Модель. Истинность моделей. Типы и функции моделей. Аксиоматические модели. Эмпирико-статистические модели. Оптимизационные модели. Имитационные модели. Модели физики систем. Когнитивное моделирование. Когнитивный подход. Типология моделей. Когнитивная структуризация. Состояние, событие, ситуация. Когнитивная карта и когнитивная модель проблемной ситуации. Построение когнитивных карт и моделей. Понятие консонанса. Нечеткие когнитивные карты. Анализ иерархий.
2	Модели системной динамики	Концепция моделей системной динамики. Формальные основания. Поточковая стратификация. Темпы потоков. Построение диаграмм AnyLogic. Базовые потоковые процессы: приращение фондов, исчерпывание фондов, рабочий процесс, совмещение потоков, адаптация фондов. Базовые траектории изменения уровней.
3	Дискретно-событийное моделирование	Случайные события. Потоки событий (стационарность, ординарность, последействия). Закон Пуассона. Системы массового обслуживания. Характеристики моделей массового обслуживания. Диаграммы состояний.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Многоагентное моделирование	Понятие агента и многоагентной системы. Классы и архитектуры агентов. Формальное описание агентов. Модели коллективного поведения автоматов. Модели искусственной жизни. Взаимодействие агентов. Описание взаимодействий. Коммуникация агентов.
5	Сети Петри и их расширения	Концепция сетей Петри. Определение сетей Петри. Выполнение сетей Петри. Параллельные процессы, конфликты, тупики. Пример построения и описания сети Петри. Формальный анализ сетей Петри: Достижимость, ограниченность, сохранение, активность, живость, тупики. Классы и подклассы сетей Петри. Ординарные сети. Автоматные сети. Маркированные графы. Сети свободного выбора. Цветные сети. Временные сети Петри. E-сети. Схемы выполнения переходов.
6	Методы Data Mining. Заключение	Задачи анализа данных: классификация, кластеризация, ассоциация, регрессия. Методы построения классификационных моделей: деревья решений, нейронные сети, SVM, метод ближайших соседей, модели Random Forest. Методы кластеризации: иерархическая кластеризация, методы k-means, fuzzy k-means. Оценки качества моделей Data Mining. Обзор возможностей и ограничений методов имитационного моделирования. Перспективы применения методов Data Mining для построения имитационных моделей.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

## 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Анализ динамической модели (маятник Фуко) в AnyLogic.	5
2. Анализ динамической модели детерминированного хаоса (модель Лоренца) в AnyLogic.	5
3. Системно-динамическая модель эпидемии в AnyLogic.	4
4. Исследование типовых сценариев развития в системно-динамической модели.	4
5. Построение и анализ дискретно-событийной модели.	4
6. Построение и анализ многоагентной модели в AnyLogic.	4
7. Построение классификационных моделей в пакете Orange.	4
8. Кластеризация данных с помощью Orange.	4
Итого	34

#### **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**

Самостоятельная работа студентов предусматривает:

- посещение всех видов аудиторных занятий и ведение конспектов лекций;

- своевременное изучение лекционного материала и содержания разделов учебной и технической литературы, рекомендованной настоящей рабочей программой;

- качественную подготовку к лабораторным занятиям, письменным опросам по разделам курса, планируемыми учебно-методической картой дисциплины.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	24
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	16
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	14
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	22
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
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	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>111</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	Советов, Борис Яковлевич. Моделирование систем [Текст] : Учеб. для вузов по направлениям "Информатика и вычислительная техника" и "Информационные системы" / Б.Я.Советов, С.А.Яковлев, 2001. -343 с.	36
2	Романцев, Вениамин Викторович. Моделирование систем массового обслуживания [Текст] : учеб. пособие / В. В. Романцев, С. А. Яковлев, 1995. -86 с.	172
3	Ветчинкин, Александр Сергеевич. Моделирование систем управления [Текст] : учеб.-метод. пособие / А. С. Ветчинкин, О. Ю. Лукомская, А. Г. Шпекторов, 2019. -43 с.	30
4	Советов, Борис Яковлевич. Моделирование систем. Практикум [Текст] : учеб. пособие для бакалавров вузов по направлениям "Информатика и вычисл. техника"и "Информац. системы" / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев, 2014. -294, [1] с.	22
5	Советов, Борис Яковлевич. Моделирование систем [Текст] : учеб. для акад. бакалавриата вузов по инженер.-техн. направлениям и специальностям / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев, 2015. -342, [1] с.	22
6	Советов, Борис Яковлевич. Моделирование систем. Практикум [Текст] : учеб. пособие для бакалавров : учеб. пособие для вузов по направлениям "Информатика и вычисл. техника" и "Информац. системы" / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев, 2012. -294, [1] с.	40
7	Питерсон, Джеймс. Теория сетей Петри и моделирование систем [Текст] / Дж. Питерсон ; пер. с англ. М.В. Горбатовой [и др.] ; под ред. В.А. Горбатова, 1984. -264 с.	60
Дополнительная литература		
1	Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Моделирование систем" [Текст] : учеб. пособие / Ленинградский электротехнический институт им. В.И. Ульянова (Ленина), 1988. -31 с.	10
2	Афонин, Виктор Васильевич. Моделирование систем [Текст] : учеб.-практ. пособие по направлению "Информатика и вычисл. техника" / В.В. Афонин, С.А. Федосин, 2010. -231 с.	10
3	Боев, Василий. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS Word [Текст] : учеб. пособие для вузов / В.Д. Боев, 2004. -348 с.	5
4	Дьяконов, Владимир Петрович. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем [Текст] : Спец. справ. / В.П.Дьяконов, В.Круглов, 2002. -444 с.	20

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
5	Мирошников, Александр Николаевич. Моделирование систем управления технических средств транспорта [Текст] : Учебник для вузов, обуч. по спец. "Электрооборудование и автоматика судов", "Корабельные системы управления" / А.Н. Мирошников, Румянцев С.Н.; Под ред. Ю.А.Лукомского, 1999. -222 с.	56
6	Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Моделирование систем" [Текст] : учеб. пособие / Ленинградский электротехнический институт им. В.И. Ульянова (Ленина), 1988. -31 с.	10

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Лебедюк Эдуард Андреевич. Агентное моделирование: состояние и перспективы <a href="http://simulation.su/uploads/files/default/2017-lebeduk-1.pdf">http://simulation.su/uploads/files/default/2017-lebeduk-1.pdf</a>
2	Кузнецов А.В. Краткий обзор многоагентных систем <a href="http://simulation.su/uploads/files/default/2018-kuznetzov-1.pdf">http://simulation.su/uploads/files/default/2018-kuznetzov-1.pdf</a>
3	Среда моделирования AnyLogic <a href="http://anylogic.ru">http://anylogic.ru</a>
4	Основы моделирования систем <a href="https://koi.tspu.ru/koi_books/gazizov/l6p01.htm">https://koi.tspu.ru/koi_books/gazizov/l6p01.htm</a>
5	Системный анализ <a href="http://systems-analysis.ru/">http://systems-analysis.ru/</a>

## 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=7486>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Моделирование систем» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

#### Экзамен

<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

Студенты допускаются к экзамену при условии выполнения и защиты всех практических работ. Посещаемость лекций должна быть на уровне 80%. Экзамен проводится в устной форме по билетам, содержащим два теоретических вопроса. Время на подготовку ограничено.

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

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Система. Модель. Истинность моделей. Типы и функции моделей.
2	Аксиоматические модели. Эмпирико-статистические модели. Оптимизационные модели. Имитационные модели. Модели физики систем.
3	Концепция моделей системной динамики.
4	Построение диаграмм AnyLogic.
5	Системы массового обслуживания. Характеристики моделей массового обслуживания.
6	Понятие агента и многоагентной системы.
7	Концепция сетей Петри. Определение сетей Петри. Выполнение сетей Петри.
8	Методы Data Mining.
9	Перспективы применения методов Data Mining для построения имитационных моделей.

### Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

---

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина Моделирование систем ФКТИ

1. Построение диаграмм AnyLogic.



2. Понятие агента и многоагентной системы.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

М.Ю. Шестопапов

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	Модели системной динамики	
2		
3		
4		
5		Практическая работа
6	Сети Петри и их расширения	
7		
8		
9		
10		
11		Практическая работа
12	Дискретно-событийное моделирование	
13		
14		
15		Практическая работа

### 6.4 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.

#### на практических (семинарских) занятиях

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

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.

#### самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекци-

онных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

## 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, ноутбук	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; 3) Microsoft PowerPoint
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, 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>