

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.10.2023 10:06:05  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В. Пекаревский  
« 20 » мая 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ**

Направление подготовки

**09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

Направленность программы бакалавриата

**Автоматизированные системы обработки информации и управления**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **информационных технологий и управления**

Кафедра **систем автоматизированного проектирования и управления**

Санкт-Петербург

2019

**Б1.В.15.01**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, инициалы, фамилия
Доцент		доцент А.Н. Полосин

Рабочая программа дисциплины «Моделирование систем» обсуждена на заседании кафедры систем автоматизированного проектирования и управления протокол от «18» апреля 2019 № 9

Заведующий кафедрой

Т.Б. Чистякова

Одобрено учебно-методической комиссией факультета информационных технологий и управления протокол от «15» мая 2019 № 9

Председатель

В.В. Куркина

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Информатика и вычислительная техника»		профессор Т.Б. Чистякова
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	06
3. Объем дисциплины .....	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	07
4.2. Занятия лекционного типа.....	07
4.3. Занятия семинарского типа.....	10
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	10
4.3.2. Лабораторные занятия.....	11
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	13
4.4.1. Примеры вопросов для контроля самостоятельной работы обучающихся.....	14
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	15
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	15
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	15
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины .....	16
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	17
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	18
10.2. Программное обеспечение.....	19
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	19
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	19
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	20

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-14</b> Способен проводить работы по проектированию автоматизированных систем управления производством</p>	<p><b>ПК-14.1</b> Исследование системы управления и регулирования производства с целью возможности их формализации и целесообразности перевода соответствующих процессов на автоматизированный режим</p>	<p><b>Знать:</b> методику планирования, проведения и обработки результатов вычислительных экспериментов с моделями технических систем (ЗН-1). <b>Уметь:</b> выполнять вычислительные эксперименты на разработанных компьютерных моделях для исследования характеристик систем управления технологическими объектами (У-1). <b>Владеть:</b> навыками анализа результатов компьютерного моделирования систем управления технологическими объектами (Н-1).</p>
	<p><b>ПК-14.2</b> Применение методов построения моделей исследуемых процессов, явлений и объектов</p>	<p><b>Знать:</b> принципы системного подхода, применяемые при моделировании сложных систем (ЗН-2); методы построения и алгоритмизации математических моделей для исследования характеристик процессов функционирования технических систем (ЗН-3); инструментальные программные средства моделирования технических систем (ЗН-4). <b>Уметь:</b> применяя блочный принцип, разрабатывать математические модели процессов функционирования технических систем и строить на их основе моделирующие алгоритмы (У-2). <b>Владеть:</b> навыками программной реализации алгоритмов</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
		моделирования процессов функционирования технических систем с применением выбранных инструментальных средств моделирования (Н-2).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.15.01), и изучается на четвертом курсе в восьмом семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математический анализ», «Дискретная математика», «Программирование», «Планирование исследований и анализ экспериментальных данных», «Методы и технологии проектирования систем управления», «Компьютерное моделирование в химии и химической технологии».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Моделирование систем» знания, умения и навыки могут быть использованы при выполнении преддипломной практики и подготовке выпускной квалификационной работы бакалавра.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/акад. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц / академических часов)	<b>2 / 72</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>30</b>
занятия лекционного типа	14
занятия семинарского типа, в т.ч.	14
семинары, практические занятия	—
лабораторные работы	14
курсовое проектирование (КР или КП)	—
КСР	2
другие виды контактной работы	—
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>42</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	<b>Защита отчетов о лабораторных работах</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Зачет</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Методы и средства построения, алгоритмизации и программной реализации математических моделей технических систем	9	—	10	30	ПК-14	ПК-14.2
2.	Планирование и обработка результатов вычислительных экспериментов по исследованию характеристик технических систем	5	—	4	12	ПК-14	ПК-14.1
	Итого	14	—	14	42		

##### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Основы теории моделирования сложных систем</u></p> <p>Объект моделирования: система, структура и поведение (функционирование) системы; внешняя среда. Характеристика автоматизированных систем обработки информации и управления (АСОИУ) технологическими объектами как сложных технических систем. Пример АСОИУ промышленным производством высокотехнологичных материалов.</p> <p>Применение моделей на различных стадиях разработки сложных систем.</p> <p>Синтез модели сложной системы на основе классического (индуктивного) и системного подхода. Принципы системного подхода, применяемые при моделировании сложных систем. Характеристики моделей сложных систем.</p>	3	—

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>Классификация способов моделирования сложных систем. Математические модели для исследования характеристик процессов функционирования технических систем: аналитические модели; имитационные модели; комбинированные (аналитико-имитационные) модели. Преимущества и недостатки различных методов математического моделирования систем. Требования, предъявляемые к функциональным математическим моделям технических систем: универсальность; точность; адекватность; экономичность.</p> <p>Пример функциональной математической модели производственной системы.</p>		
1	<p><u>Основные подходы к построению математических моделей технических систем</u></p> <p>Обобщенная математическая модель процесса функционирования технической системы. Экзогенные и эндогенные переменные в математической модели. Динамические и статические модели системы. Типовые математические схемы моделирования сложных технических систем и их элементов.</p> <p>Непрерывно-детерминированные математические модели (<i>D</i>-схемы): определение; виды; характеристики. Применение <i>D</i>-схем для моделирования систем управления. Пример.</p> <p>Дискретно-детерминированные математические модели (<i>F</i>-схемы): определение; виды; характеристики.</p> <p>Дискретно-стохастические математические модели (<i>P</i>-схемы): определение; виды; характеристики.</p> <p>Непрерывно-стохастические математические модели (<i>Q</i>-схемы): определение; виды; характеристики.</p> <p>Комбинированные математические модели (<i>A</i>-схемы): определение; виды; характеристики.</p>	2	—
1	<p><u>Методика построения, алгоритмизации и программной реализации математических моделей технических систем</u></p> <p>Характеристика основных стадий моделирования технических систем.</p> <p>Построение концептуальных моделей технических систем и их формализация. Блочный принцип построения модели</p>	2	—



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>технической системы. Характеристика этапов стадии построения и формализации концептуальной модели технической системы.</p> <p>Алгоритмизация математических моделей технических систем и их программная реализация. Принципы построения моделирующих алгоритмов (подходы к заданию времени в компьютерной модели): пошаговый принцип (принцип <math>\Delta t</math>); принцип особых состояний; преимущества и недостатки указанных принципов. Формы представления моделирующих алгоритмов. Характеристика этапов стадии алгоритмизации и программной реализации математической модели технической системы.</p> <p>Состав технической документации, оформляемой на стадиях построения, алгоритмизации и программной реализации математической модели технической системы.</p>		
1	<p><u>Инструментальные программные средства моделирования технических систем</u></p> <p>Классификация языков программирования моделей технических систем. Языки программирования (алгоритмические языки) общего назначения: характеристика; примеры. Языки имитационного моделирования: архитектура; требования. Характеристика языков имитационного моделирования непрерывных, дискретных и комбинированных систем. Сравнение эффективности языков. Дерево решений по выбору языка для моделирования технической системы.</p> <p>Компьютерные симуляторы. Характеристика (архитектура, язык заданий, функциональные возможности) и примеры универсальных и предметно-ориентированных сред компьютерного моделирования.</p>	2	—
2	<p><u>Методика получения и интерпретации результатов компьютерного моделирования технических систем</u></p> <p>Алгоритм получения и представления результатов компьютерного моделирования технической системы. Понятие прогона модели. Особенности получения результатов компьютерного моделирования технических систем. Характеристика этапов стадии получения и интерпретации результатов компьютерного моделирования технической системы. Состав технической документации,</p>	1	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	оформляемой на стадии получения и интерпретации результатов компьютерного моделирования технической системы.		
2	<p><u>Планирование вычислительных экспериментов с моделями технических систем</u></p> <p>Вычислительный эксперимент как способ получения информации о характеристиках процесса функционирования технической системы, необходимой для анализа и синтеза системы. Преимущества и недостатки вычислительных экспериментов по сравнению с натурными экспериментами. Характеристика математической модели технической системы как объекта вычислительного эксперимента: факторы; отклики; факторное пространство; виды факторов. Требования, предъявляемые к факторам при планировании вычислительных экспериментов. Виды планов вычислительных экспериментов.</p> <p>Стратегическое планирование вычислительных экспериментов: цель; задачи; этапы. Структурная и функциональная модель плана вычислительного эксперимента. Тактическое планирование вычислительных экспериментов: цель; задачи.</p>	2	—
2	<p><u>Анализ результатов компьютерного моделирования технических систем</u></p> <p>Методы математической статистики, применяемые для анализа результатов компьютерного моделирования технических систем. Регрессионный анализ результатов вычислительных экспериментов с моделями технических систем: статистический анализ результатов вычислительных экспериментов; построение регрессионных моделей; проверка их адекватности и работоспособности. Характеристика статистических методов и критериев, применяемых на различных этапах регрессионного анализа. Пример регрессионного анализа результатов вычислительного эксперимента с непрерывно-детерминированной моделью технической системы (системы управления).</p>	2	—
Итого		14	

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

Учебным планом не предусмотрены.

### 4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1, 2	<p><u>Изучение технологии компьютерного моделирования в универсальной среде MvStudium</u></p> <p>Характеристика универсальной среды моделирования: назначение; решаемые задачи; структура; входной язык; библиотека численных методов решения уравнений различных типов; функциональные возможности. Пример создания компьютерной модели технического объекта и проведения с ней вычислительного эксперимента.</p>	2	КтСм
1, 2	<p><u>Разработка компьютерной модели для исследования характеристик процесса функционирования заданного объекта управления</u></p> <p>Составление формализованного описания заданного химико-технологического процесса (химического процесса, протекающего в проточном реакторе с мешалкой) как объекта управления. Алгоритмизация и программная реализация математической модели объекта управления: разработка перенастраиваемой компьютерной модели (определение переменных, параметров, констант и создание карты поведения модели) с интерфейсом для настройки на управляющие/возмущающие воздействия и визуализации результатов моделирования (отображения 2D графиков распределений выходных характеристик объекта во времени). Проверка работоспособности компьютерной модели по заданным характеристикам химико-технологического процесса и параметрам его математической модели. Проведение вычислительного эксперимента с компьютерной моделью для исследования влияния управляющего/возмущающего воздействия на выходные характеристики объекта управления. Подготовка отчета о лабораторной работе 1.</p>	4	КтСм
1	<p><u>Разработка компьютерной модели возмущающего воздействия на заданный объект управления</u></p> <p>Разработка компьютерной модели, имитирующей воздействие внешней среды на объект управления, изменяющееся по заданному закону на определенном интервале времени (определение переменных, параметров</p>	2	КтСм

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>и создание карты поведения модели).            Разработка интерфейса компьютерной модели для настройки на параметры закона изменения возмущающего воздействия, визуализации 2D графика распределения возмущающего воздействия во времени и выдачи сообщения об окончании и результатах моделирования.            Проверка работоспособности компьютерной модели при варьировании параметров закона изменения возмущающего воздействия.            Подготовка отчета о лабораторной работе 2.</p>		
1, 2	<p><u>Разработка компьютерной модели для исследования системы автоматического управления заданным химико-технологическим объектом</u></p> <p>Составление формализованного описания элементов управляющей подсистемы одноконтурной системы управления (регулятора, элемента сравнения).            Алгоритмизация и программная реализация математической модели системы управления: разработка компьютерной модели (определение переменных, параметров и создание карт поведения моделей регулятора и элемента сравнения, компоновка моделей объекта управления, возмущающего воздействия, регулятора и элемента сравнения); разработка интерфейса компьютерной модели для настройки на задание на управление, параметры настройки регулятора и визуализации результатов моделирования (отображения 2D графиков распределений возмущающего и управляющего воздействия, ошибки управления во времени, переходных характеристик). Проверка работоспособности компьютерной модели по выполнению задания на управление для заданных характеристик объекта управления, параметров его математической модели, параметров закона изменения возмущающего воздействия и параметров настройки регулятора. Проведение вычислительного эксперимента с компьютерной моделью для исследования влияния параметров настройки регулятора на прямые показатели качества процесса управления (ошибка управления, время переходного процесса). Анализ результатов вычислительного эксперимента для построения регрессионной модели, которая наилучшим</p>	6	КтСм

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	образом описывает зависимость качества процесса управления от параметров настройки регулятора и позволяет определить параметры настройки регулятора, обеспечивающие заданное качество управления. Подготовка отчета о лабораторной работе 3.		
Итого		14	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	АСОИУ технологическими объектами как сложные технические системы. Примеры АСОИУ технологическими объектами.	4	Собеседование по контрольным вопросам
1	Применение компьютерного моделирования при исследовании и проектировании АСОИУ: особенности разработки АСОИУ; особенности применения компьютерных моделей.	2	Собеседование по контрольным вопросам
1	Аналитический и имитационный методы моделирования как инструменты для исследования характеристик процессов функционирования сложных технических систем.	4	Собеседование по контрольным вопросам
1	Виды и компоненты обеспечений системы имитационного моделирования. Показатели эффективности имитационного моделирования.	4	Собеседование по контрольным вопросам
1	Классификация, сравнительная характеристика и примеры сред компьютерного моделирования технических систем.	6	Собеседование по контрольным вопросам
1	Характеристика универсальной среды компьютерного моделирования MvStudium. Технология компьютерного моделирования динамических систем в среде MvStudium. Анализ примеров компьютерных моделей технических объектов и систем, разработанных в среде MvStudium.	4	Собеседование по контрольным вопросам
1	Составление математического описания заданного объекта управления – химического процесса, протекающего в проточном реакторе с мешалкой, – в виде системы балансовых и кинетических уравнений, начальных условий на основе блочного принципа построения моделей и с учетом принятых упрощающих предположений.	2	Проверка результатов выполнения задания в ходе реализации лабораторной работы 1

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Проектирование карты поведения компьютерной модели, имитирующей воздействие внешней среды на заданный объект управления.	2	Проверка результатов выполнения задания в ходе реализации лабораторной работы 2
1	Составление математического описания элементов управляющей подсистемы системы автоматического управления заданным химико-технологическим объектом – регулятора (в виде уравнения для расчета управляющего воздействия по заданному закону) и элемента сравнения (в виде уравнения для расчета ошибки управления).	2	Проверка результатов выполнения задания в ходе реализации лабораторной работы 3
2	Проблемы, возникающие при стратегическом планировании вычислительных экспериментов с моделями технических систем, и методы их решения.	4	Собеседование по контрольным вопросам
2	Проблемы, возникающие при тактическом планировании вычислительных экспериментов с моделями технических систем, и методы их решения.	4	Собеседование по контрольным вопросам
2	Проверка адекватности (по критерию Фишера) и работоспособности (по коэффициенту детерминации) регрессионной модели зависимости качества процесса управления от параметров настройки регулятора, построенной в ходе лабораторной работы 3.	4	Проверка результатов выполнения задания при защите отчета о лабораторной работе 3
Итого		42	

#### 4.4.1. Примеры вопросов для контроля самостоятельной работы обучающихся.

1. АСОИУ технологическими объектами как сложные технические системы. Примеры АСОИУ технологическими объектами.

2. Применение компьютерного моделирования при исследовании и проектировании АСОИУ. Особенности разработки АСОИУ.

3. Особенности применения компьютерных моделей при исследовании и проектировании АСОИУ.

4. Аналитический и имитационный методы моделирования как инструменты для исследования характеристик процессов функционирования сложных технических систем.

5. Виды и компоненты обеспечений системы имитационного моделирования.

6. Показатели эффективности имитационного моделирования.

7. Классификация сред компьютерного моделирования технических систем. Сравнительная характеристика и примеры универсальных сред компьютерного моделирования.

8. Классификация сред компьютерного моделирования технических систем. Сравнительная характеристика и примеры предметно-ориентированных сред

компьютерного моделирования.

9. Характеристика универсальной среды компьютерного моделирования MvStudium: назначение; решаемые задачи; структура.

10. Характеристика универсальной среды компьютерного моделирования MvStudium: входной язык.

11. Характеристика универсальной среды компьютерного моделирования MvStudium: библиотека численных методов решения уравнений различных типов.

12. Технология компьютерного моделирования динамических систем в среде MvStudium. Пример.

13. Основные проблемы, возникающие при стратегическом планировании вычислительных экспериментов с моделями технических систем, и методы их решения.

14. Основные проблемы, возникающие при тактическом планировании вычислительных экспериментов с моделями технических систем, и методы их решения.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень вопросов для самостоятельного изучения, формы контроля самостоятельной работы по дисциплине и требования к их выполнению, размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на медианортале по адресу: <https://media.technolog.edu.ru>.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенции и комплектуется двумя вопросами.

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

### **Вариант № 1**

1. Непрерывно-детерминированные математические модели (*D*-схемы): определение; виды; характеристики. Применение *D*-схем для моделирования систем управления. Пример.
2. Алгоритм получения и представления результатов компьютерного моделирования технической системы. Основные этапы. Прогон модели.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачет».

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.**

### **а) печатные издания:**

1. Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике : учеб. для втузов / В. С. Зарубин. – 3-е изд. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 495 с.

2. Компьютерные технологии построения математических моделей химико-технологических процессов на основе полного факторного эксперимента : учеб. пособие / В. А. Холоднов [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. мат. моделирования и оптимизации хим.-технол. процессов. – СПб. : [б. и.], 2010. – 53 с.

3. Морозов, В. К. Моделирование информационных и динамических систем :

- учеб. пособие для вузов / В. К. Морозов, Г. Н. Рогачев. – М. : Академия, 2011. – 377 с.
4. Норенков, И. П. Автоматизированные информационные системы : учеб. пособие / И. П. Норенков. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 342 с.
  5. Поршнева, С. В. MATLAB 7. Основы работы и программирования : учеб. пособие для вузов / С. В. Поршнева. – М. : Бином, 2006. – 319 с.
  6. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учеб. для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – 5-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2007. – 343 с.
  7. Чистякова, Т. Б. Математическое моделирование химико-технологических объектов с распределенными параметрами : учеб. пособие для вузов / Т. Б. Чистякова, А. Н. Полосин, Л. В. Гольцева. – СПб. : ЦОП «Профессия», 2010. – 240 с.
  8. Чистякова, Т. Б. Применение универсальных моделирующих программ для синтеза и анализа технологических процессов : учеб. пособие / Т. Б. Чистякова, Л. В. Гольцева, А. В. Козлов ; СПбГТИ(ТУ). Каф. систем автоматизир. проектирования и упр. – СПб. : [б. и.], 2011. – 65 с.

**б) электронные учебные издания:**

9. Андрианова, А. А. Алгоритмизация и программирование. Практикум : учеб. пособие / А. А. Андрианова, Л. Н. Исмагилов, Т. М. Мухтарова. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2019. – 240 с. (ЭБС «Лань»)
10. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учеб. пособие для вузов / А. М. Гумеров. – 2-е изд., перераб. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. – 176 с. (ЭБС «Лань»)
11. Затонский, А. В. Моделирование объектов управления в MatLab : учеб. пособие / А. В. Затонский, Л. Г. Тугашова. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2019. – 144 с. (ЭБС «Лань»)
12. Компьютерные технологии моделирования процессов получения высокотемпературных наноструктурированных материалов : учеб. пособие / Т. Б. Чистякова [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. систем автоматизир. проектирования и упр. – СПб. : [б. и.], 2013. – 223 с. (ЭБ)
13. Незнанов, А. А. Программирование и алгоритмизация : учеб. для вузов / А. А. Незнанов. – М. : Академия, 2010. – 304 с. (ЭБ)
14. Палей, А. Г. Имитационное моделирование. Разработка имитационных моделей средствами iWebsim и AnyLogic : учеб. пособие / А. Г. Палей, Г. А. Поллак. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2019. – 208 с. (ЭБС «Лань»)
15. Технология вычислений в системе компьютерной математики Mathcad : учеб. пособие / В. А. Холоднов [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. систем. анализа. – СПб. : [б. и.], 2014. – 154 с. (ЭБ)
16. Трухин, М. П. Моделирование сигналов и систем. Дифференциальные, дискретные и цифровые модели динамических систем : учеб. пособие / М. П. Трухин ; науч. ред. С. В. Поршнева. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2019. – 228 с. (ЭБС «Лань»)
17. Флегонтов, А. В. Моделирование информационных систем. Unified Modeling Language : учеб. пособие / А. В. Флегонтов, И. Ю. Матюшичев. – 2-е изд., стер. – СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2019. – 112 с. (ЭБС «Лань»)

**8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

Учебный план по программе очного бакалавриата «Автоматизированные системы обработки информации и управления» в рамках направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», рабочая программа дисциплины и учебно-методические материалы по дисциплине размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на медиапортале по адресу: <https://media.technolog.edu.ru>.



Кроме того, для подготовки к лабораторным занятиям, зачету, выполнения самостоятельной работы студенты могут использовать следующие электронные ресурсы:  
www.exponenta.ru (образовательный математический сайт);  
model.exponenta.ru (сайт о моделировании и исследовании систем, объектов, технологических процессов и физических явлений);  
inftech.webservis.ru, citforum.ru (сайты информационных технологий);  
www.novtex.ru/IT (веб-страница журнала «Информационные технологии»);  
edu.ru (федеральный портал «Российское образование»);  
www.openet.ru (российский портал открытого образования);  
elibrary.ru (информационно-аналитический портал «Научная электронная библиотека»),

а также электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» (режим доступа: <http://bibl.lti-gti.ru/service1.html>, вход по логину и паролю);

«Лань» (режим доступа: <http://e.lanbook.com/books>, свободный вход с любого зарегистрированного компьютера института).

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды учебных занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями следующих СТО (СТП), действующих в СПбГТИ(ТУ):

СТП СПбГТИ 040-02 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 020-2011 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные работы. Общие требования к организации и проведению;

СТП СПбГТИ 048-2009 КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению;

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015 КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

На лабораторных занятиях после выполнения лабораторных работ (пункт № 4.3.2) студенты с использованием компьютеров и соответствующего программного обеспечения подготавливают отчеты о них. Содержание этих отчетов указано в заданиях на лабораторные работы, которые выдаются студентам на занятиях. При оформлении отчетов о лабораторных работах необходимо руководствоваться требованиями соответствующих государственных стандартов и СТП:

ГОСТ 7.32-2017 СИБИБД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления;

СТП СПбГТИ 006-2009 КС УКДВ. Подготовка и оформление авторских текстовых оригиналов для издания;

ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы величин;

СТП ЛТИ им. Ленсовета 2.055.005-79 КС УКДВ. Единицы физических величин.

Дисциплина хотя и предполагает сбалансированный отбор важнейших составляющих методов и средств компьютерного моделирования технических систем, однако носит неизбежно обзорный характер. Поэтому она должна сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и электронными ресурсами, в том числе информационными ресурсами сети «Интернет», по всем разделам дисциплины. Самостоятельная работа предусмотрена в объеме 42 академических часов. Вопросы и задания для самостоятельной работы приведены в подразделе № 4.4.

Материал, законспектированный студентами на лекциях, необходимо в рамках

внеаудиторной самостоятельной работы регулярно дополнять сведениями из учебных изданий, приведенных в разделе № 7. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения следующих разделов учебной дисциплины.

Для расширения и углубления знаний по дисциплине необходимо активно использовать:

материалы сайтов, рекомендованных преподавателями на лекциях и лабораторных занятиях (раздел № 8 и подраздел № 10.3);

информационно-поисковые системы сети «Интернет»; при этом следует выполнить запрос, включающий ключевые слова раздела дисциплины, в различных поисковых системах, таких как Яндекс (режим доступа: <http://www.yandex.ru>), Google (режим доступа: <http://www.google.ru>), среди найденных ссылок, в первую очередь, изучать сайты и веб-страницы со строгим соответствием запросу или высокой релевантностью.

Контроль самостоятельной работы осуществляется по вопросам, примеры которых приведены в пункте № 4.4.1, а также по результатам выполнения заданий, приведенных в таблице подраздела № 4.4 (проверка результатов выполнения заданий проводится в ходе реализации соответствующих лабораторных работ и при защите отчетов о них).

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

Текущий контроль работы студентов осуществляется путем защиты студентами отчетов о лабораторных работах.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в виде зачета, проводимого в форме индивидуального устного опроса.

Необходимым условием получения допуска к зачету является выполнение и защита студентом всех лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой.

При подготовке к зачету рекомендуется несколько раз прочитать весь конспект лекций, дополненный информацией из рекомендуемых источников (разделы № 7, № 8, подраздел № 10.3). При этом студент, поняв логику изложения учебного материала, получает представление о предмете изучаемой дисциплины в целом, что позволяет ему продемонстрировать на зачете сформированность предусмотренных элементов компетенции.

На зачете студент отвечает на два контрольных вопроса из различных разделов дисциплины (для оценки сформированности различных предусмотренных элементов компетенции). Список контрольных вопросов представлен в разделе № 3 Приложения № 1. Оценка, формируемая в результате собеседования, является итоговой по дисциплине.

Постоянная активность на занятиях, готовность ставить и обсуждать актуальные проблемы дисциплины – залог успешной работы и положительной оценки.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по дисциплине предусмотрено использование следующих информационных технологий:

- чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций;

проведение лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов с использованием системного и прикладного программного обеспечения, в том числе инструментальных средств компьютерного моделирования систем, информационно-поисковых систем сети «Интернет», средств ввода, редактирования и форматирования документов;

взаимодействие со студентами посредством электронной информационно-образовательной среды СПбГТИ(ТУ).

## 10.2. Программное обеспечение.

При проведении лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов используется следующее лицензионное и свободно распространяемое системное и прикладное программное обеспечение:

операционная система Microsoft Windows 10;

антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security;

универсальная среда компьютерного моделирования MvStuduim Standard 4.0;

универсальный математический пакет Mathcad 14;

текстовый процессор Microsoft Office Word или Apache OpenOffice Writer или LibreOffice Writer;

табличный процессор Microsoft Office Excel или Apache OpenOffice Calc или LibreOffice Calc;

веб-браузер Mozilla Firefox или Google Chrome.

## 10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно»), обеспечивающая свободный доступ к интегральному каталогу образовательных Интернет-ресурсов и электронной библиотеке учебно-методических материалов, в том числе для высшего образования.

Международные мультидисциплинарные аналитические реферативные базы данных научных публикаций:

Web of Science (режим доступа: <http://apps.webofknowledge.com>, свободный с любого зарегистрированного компьютера института);

Scopus (режим доступа: <http://www.scopus.com>, свободный с любого зарегистрированного компьютера института).

## 11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для проведения учебных занятий по дисциплине на кафедре систем автоматизированного проектирования и управления СПбГТИ(ТУ) имеется необходимая материально-техническая база:

Наименование компьютерного класса кафедры	Оборудование
Класс моделирования и оптимизации сложных технических систем	18 посадочных мест. Учебная мебель, пластиковая доска. Персональные компьютеры (9 шт.): моноблок Lenovo C360 с 19,5-дюймовым дисплеем; процессор Intel Core i3-4130T (2,9 ГГц); ОЗУ 4 Гб; НЖМД 1000 Гб; встроенные DVD-RW привод, видеокарта Intel HD Graphics 4400, звуковая и сетевая карты. Персональные компьютеры объединены в локальную вычислительную сеть кафедры, имеют выход в сеть «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-

Наименование компьютерного класса кафедры	Оборудование
	образовательную среду СПбГТИ(ТУ).
Лекционная аудитория	56 посадочных мест. Учебная мебель. Мультимедийные проекторы NEC NP40 и Benq MS524. Ноутбуки Asus abj и Sony Vaio VPCSA. Мультимедийная интерактивная доска ScreenMedia.

Лицензионное системное и прикладное программное обеспечение, используемое в учебном процессе по дисциплине, перечислено в подразделе № 10.2.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации  
по дисциплине «Моделирование систем»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-14	Способен проводить работы по проектированию автоматизированных систем управления производством	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-14.1. Исследование системы управления и регулирования производства с целью возможности их формализации и целесообразности перевода соответствующих процессов на автоматизированный режим	Описывает этапы планирования, проведения и обработки результатов вычислительных экспериментов с моделями технических систем (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 26–29, 31, 36 к зачету	При описании этапов планирования, проведения и обработки результатов вычислительных экспериментов с моделями технических систем перечисляет не все задачи, решаемые на указанных этапах, не рассказывает об особенностях получения результатов компьютерного моделирования технических систем и называет неполный состав технической документации, оформляемой по указанным этапам	При описании этапов планирования, проведения и обработки результатов вычислительных экспериментов с моделями технических систем перечисляет все задачи, решаемые на указанных этапах, и рассказывает об особенностях получения результатов компьютерного моделирования технических систем, но не называет полный состав технической документации, оформляемой по указанным этапам	Дает полное и правильное описание этапов планирования, проведения и обработки результатов вычислительных экспериментов с моделями технических систем
	Поясняет алгоритм получения информации об исследуемых характеристиках систем управления технологическими объектами в ходе выполнения вычислительных экспериментов на разработанных компьютерных моделях (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 30–32 к зачету	Перечисляет этапы алгоритма получения информации об исследуемых характеристиках систем управления технологическими объектами в ходе выполнения вычислительных экспериментов на	Перечисляет в правильной последовательности и описывает содержание всех этапов алгоритма получения информации об исследуемых характеристиках систем управления технологическими объектами в ходе	Правильно поясняет алгоритм получения информации об исследуемых характеристиках систем управления технологическими объектами в ходе выполнения вычислительных экспериментов на

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
			разработанных компьютерных моделях, но путается в их последовательности, затрудняется с описанием их содержания и не приводит примеры исследуемых характеристик систем управления	выполнения вычислительных экспериментов на разработанных компьютерных моделях, но не приводит примеры характеристик систем управления	разработанных компьютерных моделях и приводит примеры исследуемых характеристик систем управления
	Выполняет алгоритм регрессионного анализа результатов компьютерного моделирования систем управления технологическими объектами (Н-1)	Правильные ответы на вопросы № 33–35 к зачету	Представляет все этапы регрессионного анализа результатов компьютерного моделирования систем управления технологическими объектами, но путается с применяемыми на них статистическими методами и критериями и не приводит пример регрессионного анализа результатов вычислительного эксперимента с моделью системы управления	Представляет все этапы регрессионного анализа результатов компьютерного моделирования систем управления технологическими объектами, правильно применяет на них соответствующие статистические методы и критерии, но не приводит пример регрессионного анализа результатов вычислительного эксперимента с моделью системы управления	Выполняет алгоритм регрессионного анализа результатов компьютерного моделирования систем управления технологическими объектами без ошибок, приводя пример регрессионного анализа результатов вычислительного эксперимента с моделью системы управления

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-14.2. Применение методов построения моделей исследуемых процессов, явлений и объектов	Перечисляет и дает характеристику принципов системного подхода, применяемых при моделировании сложных систем (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы № 1–4 к зачету	Перечисляет принципы системного подхода, применяемые при моделировании сложных систем, но затрудняется с их характеристикой	Перечисляет принципы системного подхода, применяемые при моделировании сложных систем, дает их характеристику, но с помощью наводящих вопросов	Перечисляет и дает характеристику принципов системного подхода, применяемых при моделировании сложных систем, без ошибок и наводящих вопросов
	Называет и дает характеристику методов построения и алгоритмизации математических моделей для исследования характеристик процессов функционирования технических систем (ЗН-3)	Правильные ответы на вопросы № 5–12, 14 к зачету	Называет методы построения и алгоритмизации математических моделей для исследования характеристик процессов функционирования технических систем, но затрудняется с их характеристикой	Называет методы построения и алгоритмизации математических моделей для исследования характеристик процессов функционирования технических систем, дает их характеристику, но с помощью наводящих вопросов	Называет и дает характеристику методов построения и алгоритмизации математических моделей для исследования характеристик процессов функционирования технических систем без ошибок и наводящих вопросов
	Рассказывает о типах, архитектуре и функциональных возможностях инструментальных программных средств, применяемых для моделирования технических систем, приводит примеры инструментальных средств моделирования технических систем (ЗН-4)	Правильные ответы на вопросы № 18–23 к зачету	Перечисляет типы и приводит примеры инструментальных программных средств, применяемых для моделирования технических систем, но путается в их архитектуре и называет не все функциональные возможности	Перечисляет типы, называет функциональные возможности и приводит примеры инструментальных программных средств, применяемых для моделирования технических систем, но описывает их архитектуру с небольшими ошибками	Перечисляет типы, описывает архитектуру, называет функциональные возможности и приводит примеры инструментальных программных средств, применяемых для моделирования технических систем



Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Применяя блочный принцип, формирует математические модели процессов функционирования технических систем и строит на их основе моделирующие алгоритмы (У-2)	Правильные ответы на вопросы № 13, 15–17 к зачету	Применяя блочный принцип, формирует математические модели процессов функционирования технических систем, но строит на их основе моделирующие алгоритмы с ошибками вследствие некорректного применения принципов построения моделирующих алгоритмов	Применяя блочный принцип, формирует математические модели процессов функционирования технических систем, но строит на их основе только обобщенные (укрупненные) моделирующие алгоритмы, описывающие общий порядок действий при моделировании без каких-либо уточняющих деталей	Применяя блочный принцип, формирует математические модели процессов функционирования технических систем и строит на их основе правильные моделирующие алгоритмы, описывающие упорядоченную во времени последовательность логических операций, связанных с решением задачи моделирования
	Имеет навыки программной реализации алгоритмов моделирования процессов функционирования технических систем с применением выбранных инструментальных средств моделирования (Н-2)	Правильные ответы на вопросы № 21, 24, 25 к зачету	Имеет слабые навыки программной реализации алгоритмов моделирования процессов функционирования технических систем, не приводит обоснование выбора инструментальных средств моделирования	Имеет хорошие навыки программной реализации алгоритмов моделирования процессов функционирования технических систем, но не может обосновать выбор инструментальных средств моделирования	Демонстрирует уверенные навыки программной реализации алгоритмов моделирования процессов функционирования технических систем с применением обоснованно выбранных инструментальных средств моделирования

### 3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

#### Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-14:

1. Сложная система как объект моделирования: структура; поведение; внешняя среда. Пример АСОИУ как сложной технической системы.
2. Характеристики и применение моделей на различных стадиях разработки сложных систем. Особенности применения моделей при разработке АСОИУ.
3. Синтез модели сложной системы на основе классического и системного подхода. Преимущества и недостатки.
4. Принципы системного подхода, применяемые при моделировании сложных систем.
5. Классификация способов моделирования сложных систем. Примеры моделей.
6. Аналитические, имитационные и комбинированные математические модели для исследования характеристик технических систем. Преимущества и недостатки. Примеры математических моделей.
7. Требования, предъявляемые к функциональным математическим моделям технических систем.
8. Обобщенная математическая модель процесса функционирования технической системы. Экзогенные и эндогенные переменные в модели. Пример.
9. Непрерывно-детерминированные математические модели (*D*-схемы): определение; виды; характеристики. Применение *D*-схем для моделирования систем управления. Пример.
10. Дискретно-детерминированные математические модели (*F*-схемы): определение; виды; характеристики. Пример.
11. Комбинированные математические модели (*A*-схемы): определение; виды; характеристики. Пример.
12. Стадии моделирования. Характеристика этапов стадии построения и формализации концептуальной модели технической системы. Техническая документация.
13. Построение концептуальных моделей технических систем и их формализация. Блочный принцип построения модели технической системы. Пример.
14. Стадии моделирования. Характеристика этапов стадии алгоритмизации и программной реализации математической модели технической системы. Техническая документация.
15. Принципы построения моделирующих алгоритмов. Пошаговый принцип. Преимущества и недостатки. Пример моделирующего алгоритма.
16. Принципы построения моделирующих алгоритмов. Принцип особых состояний. Преимущества и недостатки. Пример моделирующего алгоритма.
17. Характеристика форм представления моделирующих алгоритмов. Пример логической схемы моделирующего алгоритма.
18. Классификация и примеры языков программирования моделей технических систем.
19. Языки имитационного моделирования: архитектура; требования; виды.
20. Виды и компоненты обеспечений системы имитационного моделирования.
21. Сравнение эффективности языков моделирования. Дерево решений по выбору языка для моделирования технической системы.
22. Классификация сред компьютерного моделирования технических систем. Характеристика и примеры сред компьютерного моделирования.
23. Характеристика универсальной среды компьютерного моделирования MvStudium: назначение; решаемые задачи; структура; входной язык.
24. Технология компьютерного моделирования динамических систем в среде MvStudium. Пример.

25. Методика и инструментальные средства программной реализации алгоритмов моделирования процессов функционирования технических систем.
26. Стадии моделирования. Характеристика этапов стадии получения и интерпретации результатов компьютерного моделирования технической системы.
27. Вычислительный эксперимент. Преимущества и недостатки. Факторы и отклики. Требования, предъявляемые к факторам. Виды планов.
28. Стратегическое планирование вычислительных экспериментов: цель; задачи; этапы. Структурная и функциональная модель плана вычислительного эксперимента.
29. Tактическое планирование вычислительных экспериментов: цель; задачи.
30. Алгоритм получения и представления результатов компьютерного моделирования технической системы. Основные этапы. Прогон модели.
31. Особенности получения результатов компьютерного моделирования технических систем.
32. Алгоритм получения информации о характеристиках системы управления технологическим объектом в ходе выполнения вычислительного эксперимента с моделью системы.
33. Регрессионный анализ результатов вычислительных экспериментов с моделями технических систем. Характеристика основных этапов. Пример.
34. Регрессионный анализ результатов вычислительных экспериментов с моделями технических систем. Характеристика статистических методов и критериев. Пример.
35. Регрессионный анализ результатов вычислительного эксперимента с моделью системы управления технологическим объектом.
36. Состав технической документации, оформляемой на стадии получения и интерпретации результатов компьютерного моделирования технической системы.

При сдаче зачета студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше.  
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – до 30 мин.

#### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015 КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Шкала оценивания на зачете – «зачет», «незачет». При этом оценка «зачет» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.