

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**  
 Директор ИШИТР

Д.М. Сонькин

« 01 » 09 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ**

Моделирование систем управления		
Направление подготовки	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств	
Образовательная программа	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой области	
Специализация	Интеллектуальные системы автоматизации и управления	
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат	
Курс	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	11
	Практические занятия	22
	Лабораторные занятия	11
	ВСЕГО	44
	Самостоятельная работа, ч	64
	ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОАР
------------------------------	---------	------------------------------	-----

Зав. кафедрой - руководитель ОАР ИШИТР		А. А. Филипас
Руководитель ООП		Е. И. Громаков
Преподаватель		М. И. Пушкарев

2020 г

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности. Перечень компетенций представлен в таблице 1.

Таблица 1- Перечень компетенций

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-19	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления	ПК(У)-19.B1	Владеет навыками имитационного и математического моделирования систем и процессов навыками построения систем автоматического управления системами и процессами; навыками использования основных инструментов управления качеством и его автоматизации.
		ПК(У)-19.U1	Умеет использовать основные методы построения математических моделей процессов, в частности, НГО, систем, их элементов и систем управления строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления (САУ); проводить анализ САУ, оценивать статистические и динамические характеристики; рассчитывать основные качественные показатели САУ, выполнять анализ ее устойчивости, синтез регулятора; составлять структурные схемы производств, их математические модели как объектов управления, определять критерии качества функционирования и цели управления; выбирать для данного технологического процесса функциональную схему автоматизации; рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту; работать с какой-либо из основных типов программных систем, предназначенных для математического и имитационного моделирования: Mathcad, Matlab и др.
		ПК(У)-19.32	Знает классификацию моделей систем и процессов, в частности, НГО, их виды и виды моделирования, принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов; методы построения моделирующих алгоритмов Знать: методологические основы функционирования, моделирования и синтеза систем автоматического управления (САУ); основные методы анализа САУ во временной и частотных областях, способы синтеза САУ: типовые пакеты прикладных программ анализа динамических систем; управляемые выходные переменные, управляющие и регулирующие воздействия, статические и динамические свойства технологических объектов управления; структуры и функции автоматизированных систем управления; задачи и алгоритмы: централизованной обработки информации в автома-

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
			тизированной системе управления технологическими процессами (АСУ ТП) отрасли: оптимального управления технологическими процессами с помощью ЭВМ; принципы организации и состав программного обеспечения АСУ ТП, методику ее проектирования; принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов; методы построения моделирующих алгоритмов; методы построения математических моделей, их упрощения; технические и программные средства моделирования; технологию планирования эксперимента; методы статистического моделирования на персональном компьютере.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Моделирование систем управления» относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины студентом должны быть достигнуты следующие результаты (см. таблицу 2).

Таблица 2 - Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Результат	
РД-1	Знание классификации моделей систем управления, их видов и видов моделирования; принципов и методологии функционального, имитационного и математического моделирования систем, методов построения математических моделей	ПК(У)-19
РД-2	Знание и умение исследовать предметную область, формировать цели и задачи, применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и систем	ПК(У)-19
РД-3	Знание и умение строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления различной физической природы; работать с каким-либо из основных типов программных систем, предназначенных для математического и имитационного моделирования, планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере; оценивать точность и достоверность результатов моделирования	ПК(У)-19
РД-4	Знание и умение использовать методы синтеза, оптимизации и расчета регуляторов систем автоматического управления	ПК(У)-19
РД-5	Владение навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности; навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализации их на языке программирования;	ПК(У)-19

	навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования.	
--	---	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
<b>Модуль 1.</b> Общие понятия теории моделирования систем	РД-1	Лекции	<b>1</b>
		Практические занятия	<b>0</b>
		Лабораторные работы	<b>0</b>
		Самостоятельная работа	<b>2</b>
<b>Модуль 2.</b> Математические модели систем (электрических цепей, механических систем, гидравлических систем)	РД-2 ... РД-5	Лекции	<b>4</b>
		Практические занятия	<b>8</b>
		Лабораторные работы	<b>4</b>
		Самостоятельная работа	<b>31</b>
<b>Модуль 3.</b> Метод пространства состояний. Синтез систем в пространстве состояний.	РД-2 ... РД-5	Лекции	<b>6</b>
		Практические занятия	<b>14</b>
		Лабораторные работы	<b>7</b>
		Самостоятельная работа	<b>31</b>
<b>Всего</b>			<b>108</b>

Содержание разделов дисциплины:

##### **Модуль 1. Общие понятия теории моделирования систем**

Основные задачи, методы и подходы к получению математической модели и моделированию в целом. Основные положения теории подобия и классификация математических моделей.

##### **Темы лекций**

1. Математические модели и методы математического моделирования

##### **Модуль 2. Математические модели систем (электрических цепей, механических систем, гидравлических систем)**

Основные свойства преобразования Лапласа применительно к решению обыкновенных дифференциальных уравнений. Основы получения математического описания систем различной физической природы.

##### **Темы лекций**

1. Преобразование Лапласа. Получение математического описания электрических цепей
2. Получение математического описания механических систем. Математические модели гидравлических систем

### **Темы практических занятий**

1. Применение преобразования Лапласа. Решение дифференциальных уравнений. Разложение на простейшие дроби.
2. Законы Кирхгофа. Алгоритм получения математического описания электрических цепей и входящих в них элементов.
3. Закон Ньютона для поступательного и вращательного движения. Элементарные компоненты механических систем. Алгоритм получения математического описания механических систем.
4. Закон сохранения массы вещества. Элементарные компоненты гидравлических систем. Алгоритм получения математического описания гидравлических систем.

### **Темы лабораторных работ**

1. Параметрическая идентификация объекта управления методом наименьших квадратов
2. Моделирование двигателя постоянного тока на примере LEGO MINDSTORM EV3

<b>Модуль 3. Получение моделей систем во временной области. Метод пространства состояний</b>
--

Основные понятия и определения метода пространства состояний. Методы расчета систем в пространстве состояний.

### **Темы лекций**

1. Составление математических моделей линейных стационарных систем в форме пространства состояний
2. Методы синтеза систем в пространстве состояний

### **Темы практических занятий**

1. Приведение передаточной функции к виду уравнений состояния. Получения передаточной функции из уравнений состояния
2. Основные виды математического описания в форме переменных состояния. Преобразование подобия
3. Диагонализация матрицы системы. Решение уравнений состояния
4. Методы решения уравнений состояния. Методы расчета матричной экспоненты
5. Критерий управляемости. Критерий наблюдаемости
6. Синтез систем в пространстве состояния
7. Наблюдатели состояния.

### **Темы лабораторных работ**

1. Моделирование электрических цепей с реактивными и нелинейными элементами
2. Моделирование производственных процессов с помощью конечных автоматов

### 3. Исследование наблюдателей систем управления

## 5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в видах и формах, приведенных в таблице 3.

Таблица 3

Основные виды и формы самостоятельной работы

№	Виды самостоятельной работы	Количество
1	Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса	16
2	Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку	16
3	Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	12
4	Подготовка к контрольным работам и экзамену	20
	Всего	64

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Методическое обеспечение

#### Основная литература:

1. Певзнер, Л. Д. Теория систем управления : учебное пособие / Л. Д. Певзнер. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 424 с. — ISBN 978-5-8114-1566-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/68469> (дата обращения: 22.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет (СПбГЭТУ). — Москва: Юрайт, 2014. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-85.pdf> (дата обращения: 22.06.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный.

3. Воронин, А. В. Моделирование мехатронных систем : учебное пособие / А. В. Воронин; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m152.pdf> (дата обращения: 22.06.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный.

4. Тимохин, А. Н. Моделирование систем управления с применением MatLab : учебное пособие / А. Н. Тимохин, Ю.Д. Румянцев ; под ред. А.Н. Тимохина. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 256 с. - ISBN 978-5-16-102042-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1004245> (дата обращения: 22.06.2020). — Режим доступа: по подписке.

#### Дополнительная литература:

1. Певзнер, Л. Д. Теория автоматического управления. Задачи и решения : учебное пособие / Л. Д. Певзнер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 604 с. — ISBN 978-5-8114-

2161-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75516> (дата обращения: 22.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Певзнер, Л. Д. Практикум по математическим основам теории систем : учебное пособие / Л. Д. Певзнер. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1411-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10254> (дата обращения: 22.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Бахвалов, Л. А. Моделирование систем : учебное пособие / Л. А. Бахвалов. — Москва : Горная книга, 2006. — 295 с. — ISBN 5-7418-0402-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3511> (дата обращения: 22.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Кочегурова, Е. А. Особенности систем MatLAB для решения задач вычислительной математики: учебное пособие / сост. Е.А. Кочегурова; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2013 — URL: [https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KOCHEG/study/Tab/MatLab\\_2013.pdf](https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KOCHEG/study/Tab/MatLab_2013.pdf) (дата обращения: 19.06.2020). — Режим доступа: свободный. — Текст : электронный.

## **6.2 Информационное обеспечение**

### Internet-ресурсы

1. Электроника для всех [Электронный ресурс], 2020. – Режим доступа (свободный): <http://easyelectronics.ru/> – Загл. с экрана.
2. «Марсоход» Open Source Hardware Project [Электронный ресурс], 2020. – Режим доступа (свободный): <https://marsohod.org/> – Загл. с экрана.

1. Используемое лицензионное программное обеспечение (в соответствии с перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ):

Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement;

2. Visual C++ Redistributable Package; PascalABC.NET;
3. MATLAB Full Suite R2020a TAN Concurrent;
4. MathType 6.9 Lite;
5. K-Lite Codec Pack;
6. GNU Lesser General Public License 3;
7. GNU General Public License 2 with the Classpath Exception;
8. GNU General Public License 2;
9. Far Manager;
10. Chrome

## 7. Описание материально-технической базы, необходимой для проведения дисциплины

При проведении дисциплины в учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование:

№ п/п	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 113а	Комплект оборудования для подготовки выпускной квалификационной работы: Стенд с процес. INTEL-186 - 4 шт.; учебный комплект на базе промыш. микропроцессорного контроллера Simatic S7-400 - 1 шт.; лаб. комплекс д/изучения САР температуры - 1 шт.; учеб. стенд лаб. ЛСАУ - 1 шт.; лабораторный комплекс "Элемер-АИР-30" - 1 шт.; лабораторный комплекс д/изучения вторичных приборов - 1 шт.; специализированный учебно-научный комплекс АСУ ТП - 1 шт.; лабораторный комплекс д/изучения измерительных преобразователей - 1 шт.; лабораторный комплекс д/изучения пром. микропроцессорных контроллеров и программных пакетов - 1 шт.; учебный комплект на базе промыш. микропроцессорного контроллера Simatic S7-300 - 1 шт.; Стенд с процес. С 167CR - 1 шт.; Компьютер - 16 шт.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 117а	Комплект оборудования для подготовки выпускной квалификационной работы: компьютер - 7 шт.
3	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 116а	Комплект оборудования для подготовки выпускной квалификационной работы: компьютер - 7 шт.; проектор - 2 шт.; принтер – 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе образовательной программы 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств. Специализация «Интеллектуальные системы автоматизации и управления» (приём 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент	М. И. Пушкарев

Программа одобрена на заседании ОАР ИШИТР (протокол № 4а от 01 сентября 2020 г.).

Руководитель ОАР ИШИТР, к.т.н, доцент



А. А. Филипас

(подпись)