

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

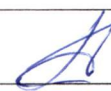
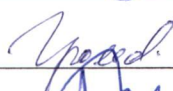
«35» 06

2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 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.
Модуль 1. Общие понятия теории моделирования систем	РД-1	Лекции	1
		Практические занятия	0
		Лабораторные работы	0
		Самостоятельная работа	2
Модуль 2. Математические модели систем (электрических цепей, механических систем, гидравлических систем)	РД-2 ... РД-5	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	31
Модуль 3. Метод пространства состояний. Синтез систем в пространстве состояний.	РД-2 ... РД-5	Лекции	6
		Практические занятия	14
		Лабораторные работы	7
		Самостоятельная работа	31
Всего			108

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

Модуль 3. Получение моделей систем во временной области. Метод пространства состояний
--

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 (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 TАН 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 Общей характеристики образовательной программы по направлению 150304 «Автоматизация технологических процессов и производств» (прием 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент	М. И. Пушкарев

Программа одобрена на заседании ОАР ИШИТР (протокол № 6 от «05» июня 2018 г.).

Зав. кафедрой - руководитель ОАР ИШИТР,
к.т.н., доцент
пас



А. А. Фили-

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОАР (протокол)
2019/2020 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	От «28» июня 2019 г. № 18а
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание дисциплин и практик 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС 5. Изменено содержание подразделов 7.1, 8.1 ООП	Протокол от «01» сентября 2020 г. № 4а