

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор обеспечивающей
Школы ИИЭ

 А.С. Матвеев

«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Моделирование систем управления			
Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа	Инженерия теплоэнергетики и теплотехники		
Специализация	Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике		
Уровень образования	высшее образование – бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		22
	Практические занятия		11
	Лабораторные занятия		22
	ВСЕГО		55
Самостоятельная работа, ч			53
ИТОГО, ч			108

Вид промежуточной аттестации	Зачет	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель			А.С. Заворин
			А.М. Антонова
			С.В. Шидловский

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Индикаторы достижения компетенций	
		Код индикатора	Код	Код	Наименование
ОПК(У)-2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования в теоретических и экспериментальных исследованиях при решении профессиональных задач	И.ОПК(У)-2.1.	Применяет математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного в инженерной деятельности	ОПК(У)-2.1В1	Владеет математическим аппаратом алгебры и дифференциального исчисления функции одной переменной для проведения теоретического исследования и моделирования физических и химических процессов и явлений, а также, для решения профессиональных задач
				ОПК(У)-2.1В2	Владеет математическим аппаратом дифференциального и интегрального исчисления для проведения теоретического исследования и моделирования физических и химических процессов и явлений, а также, для решения профессиональных задач
ПК(У)-8	Способен применять методы специальных расчетов и моделирования при построении АСУ ТП и АСУП	И.ПК(У)-8.3	Разрабатывает и использует математические модели объектов автоматизации и автоматических систем регулирования	ПК(У)-8.3В1	Владеет опытом применения программных методов математического и имитационного моделирования объектов автоматизации и систем управления
				ПК(У)-8.3У1	Умеет выполнять проверку адекватности моделей объектов автоматизации и систем управления, оценивать достоверность полученных результатов моделирования, осуществлять отладку разработанных программных алгоритмов
				ПК(У)-8.331	Знает методологию разработки алгоритмов при осуществлении функционального, имитационного и математического моделирования объектов управления и систем автоматизации

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Знать классификацию модели систем и процессов, их виды и виды моделирования; принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов; методы построения математических моделей, технологию планирования эксперимента.	И.ПК(У)-8.3
РД2	Уметь строить математические модели объектов управления и	И.ОПК(У)-2.1

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
	систем автоматического управления; 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.	И.ПК(У)-8.3
РД3	Владеть навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности; навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализации их на языке программирования; навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования.	И.ПК(У)-8.3

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Классификация моделей, виды и этапы моделирования	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	1
		Лабораторные занятия	—
		Самостоятельная работа	3
Раздел 2. Принципы построения и основные требования к математическим моделям систем	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	6
Раздел 3. Типовые схемы математического моделирования, формализация процесса функционирования системы	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
Раздел 4. Статистическое моделирование	РД1 РД2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	12
Раздел 5. Языки моделирования. Имитационное моделирование	РД2 РД3	Лекции	6
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	12
Раздел 6. Моделирование систем управления	РД1 РД2 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	12

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Классификация моделей, виды и этапы моделирования

Краткое содержание раздела. Моделирование как метод научного познания. Использование моделирования при исследовании и проектировании сложных систем. Основные требования к модели. Классификация моделей. Классификация математических

моделей. Структура сложной системы. Классический подход при построении моделей. Системный подход при построении моделей. Стадии разработки моделей.

Темы лекций:

1. Классификация моделей. Стадии моделирования.

Темы практических занятий:

1. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса.

Раздел 2. Принципы построения и основные требования к математическим моделям систем
--

Краткое содержание раздела. Основные требования, предъявляемые к модели. Концептуальные модели систем и их формализация. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация. Получение и интерпретация результатов моделирования систем.

Темы лекций:

1. Принципы построения моделей. Требования, предъявляемые к моделям.

Темы практических занятий:

1. Применение методов аппроксимации при идентификации модели объекта управления.

Названия лабораторных работ:

1. Построение генератора случайных чисел с заданным законом распределения.

Раздел 3. Типовые схемы математического моделирования, формализация процесса функционирования системы
--

Краткое содержание раздела. Математические схемы. Формальная модель объекта. Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы). Дискретно-детерминированные модели (F-схемы). Дискретно-стохастические модели (P-схемы). Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы). Сетевые модели (N-схемы). Комбинированные модели (A-схемы). Моделирование с использованием типовых схем. Блочная конструкция модели. Моделирование функционирования систем на базе Q-схем. Структурный подход на базе N-схем. Формализация на базе A-схем.

Темы лекций:

1. Типовые схемы математического моделирования.
2. Формализация процесса функционирования системы управления.

Темы практических занятий:

1. Разработка непрерывно-детерминированных моделей одномерных стационарных систем управления.

Названия лабораторных работ:

1. Разработка имитационной модели интегратора.
2. Построение генератора случайного процесса с заданным законом распределения и корреляционной функцией.

Раздел 4. Статистическое моделирование

Краткое содержание раздела. Характеристика метода статистического моделирования. Псевдослучайные последовательности. Программное моделирование информационных систем.

Темы лекций:

1. Метод статического моделирования.
2. Программное моделирование информационных моделей.

Темы практических занятий:

1. Методы численного интегрирования.

Названия лабораторных работ:

1. Численное интегрирование функции одного переменного.
2. Статическое имитационное моделирование одноканальной системы.
3. Статическое имитационное моделирование многоканальной системы.

Раздел 5. Языки моделирования. Имитационное моделирование
--

Краткое содержание раздела. Особенности использования алгоритмических языков. Подходы к разработке языков моделирования. Классификации языков моделирования. Обзор функций системы Matlab для моделирования динамических систем. Особенности статистической обработки результатов ЭВМ. Корреляционный анализ результатов моделирования. Информационные модели при управлении.

Темы лекций:

1. Подходы к разработке языков моделирования.
2. Методы статистической обработки результатов ЭВМ.
3. Корреляционный анализ результатов моделирования.

Темы практических занятий:

1. Моделирование переходных процессов в системах управления.

Названия лабораторных работ:

1. Построение дискретно-детерминированных моделей.
2. Имитационное моделирование детерминированного конечного автомата.

Раздел 6. Моделирование систем управления
--

Краткое содержание раздела. Модели в адаптивных системах управления. Моделирование в системах управления в реальном масштабе времени.

Темы лекций:

1. Модели в адаптивных системах управления.
2. Моделирование в системах управления в реальном масштабе времени.

Темы практических занятий:

1. Оптимальное управления в системах с запаздыванием.

Названия лабораторных работ:

1. Построение имитационных моделей динамических систем
2. Имитационное моделирование динамических режимов автоматических систем регулирования объектов с сосредоточенными параметрами.
3. Имитационное моделирование нелинейных систем. Автоматические системы регулирования с переменной структурой.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Советов Б.Я. Моделирование систем: учебник [Электронный ресурс] / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – 7-е изд. – Москва: Юрайт, 2014. – Электронная копия печатного издания. Доступ из корпоративной сети ТПУ: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-85.pdf>.
2. Яковенко П.Г. Моделирование систем: учебное пособие [Электронный ресурс]. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m214.pdf>.
3. Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 192 с. – ЭБС «Лань». – Режим доступа: https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76825 для авторизованных пользователей.

Дополнительная литература

1. Шидловский С.В. Автоматическое управление. Перестраиваемые структуры в системах с распределенными параметрами / С. В. Шидловский. – Томск: Изд-во ТГУ, 2007. – 192 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/173960>)
2. Шидловский С.В. Автоматическое управление. Реконфигурируемые системы: Учебное пособие. Томск: Томский государственный университет, 2011. – 168 с.
(<https://portal.tpu.ru/SHARED/s/SHIDLOVSKIY/book/book3>)
3. Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. – 2-е изд., испр. – Москва: Физматлит, 2002. – 320 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/54629>)
4. Тимохин А.Н. Моделирование систем управления с применением Matlab: Учебное пособие / Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина. – 1. – Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016. – 256 с.
(<http://znanium.com/go.php?id=474709>)

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Ощепков, А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ощепков А. Ю. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 208 с. Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/104954>.

2. Национальное общество имитационного моделирования. Режим доступа: <http://simulation.su/ru.html> свободный. – Загл. с экрана.
3. Имитационное моделирование в телекоммуникациях. Режим доступа: <http://www.networksimulation.ru/> свободный. – Загл. с экрана.
4. Национальный центр США по моделированию. Режим доступа: <http://www.simulationinformation.com> свободный. – Загл. с экрана.
5. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**): WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education; Google Chrome; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; PTC Mathcad 15 Academic Floating; Tracker Software PDF-XChange Viewer.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034 Томская область, г. Томск, пр. Ленина, д. 30а, учебный корпус № 4, аудитория 28	Комплект оборудования для проведения лабораторных работ по дисциплине: – компьютер - 13 шт.; – принтер - 4 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034 Томская область, г. Томск, пр. Ленина, д. 30а, учебный корпус № 4, аудитория 401	Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, специализация «Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике и теплотехнике» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Профессор НОЦ И.Н. Бутакова, д.т.н.		С.В. Шидловский

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ (протокол от « 17 » апреля 2019 г. № 25).

Заведующий кафедрой –
руководитель НОЦ И.Н. Бутакова
на правах кафедры,
д.т.н, профессор

 /А.С. Заворин/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Протокол заседания НОЦ И.Н. Бутакова
2020/2021 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 « <u>4</u> » июня 2020 г. № <u>43</u>
	Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин	Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020