

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Директор института прикладной
математики и компьютерных наук
Замятин А.В.



2021 г.

Основы математического моделирования

Рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой Учебный план	<i>Системного анализа и математического моделирования 09.03.03 Прикладная информатика, профиль «Разработка программного обеспечения в цифровой экономике»</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Общая трудоёмкость	<i>3 з. е.</i>
Часов по учебному плану	<i>108 часов</i>
в том числе:	
аудиторная контактная работа	<i>33.85 часа</i>
самостоятельная работа	<i>74.15 часов</i>
Вид(ы) контроля в семестрах	<i>4 семестр зачет с оценкой</i>

Томск 2021

Программу составили:
к.ф.-м.н., МВА, доцент
кафедры системного анализа и математического
моделирования



Ж.Н. Зенкова

Рецензент:
к.ф.-м.н., доцент
кафедры теории вероятности и математической статистики



Т.В. Кабанова

Рабочая программа дисциплины/модуля «Основы математического моделирования» разработана в соответствии с самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом высшего образования – магистратура – Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» по направлению подготовки 09.03.03 – Прикладная информатика (Утвержден Ученым советом НИ ТГУ, протокол от 27.10.2021 г. № 08).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры системного анализа и математического моделирования

Протокол от 03 июня 2021 г. № 26

Заф. кафедрой, д.ф.-м.н., доцент



Ю.Г. Дмитриев

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН)

Протокол от 17 июня 2021 г. № 05

Председатель УМК
д.т.н., профессор



С.П. Сущенко

Цель освоения дисциплины

Сформировать у слушателей представления об инструментах математического моделирования

1. Место дисциплины в структуре ООП/ОПОП

Дисциплина» относится к обязательной части блока «Экономика и предпринимательство»

Пререквизиты: Математический анализ

Постреквизиты: Имитационное моделирование

2. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины/модуля

Таблица 1.

Компетенция	Индикатор универсальной компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций)
ОПК-6Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические экономические процессы применением методов системного анализа и математического моделирования	ИОПК-6.1Обладает понятиями и категориями математического моделирования, используемыми при расчете экономических и организационно-технических процессов ИОПК-6.2Использует методы системного анализа для выявления информационных потребностей пользователей ИОПК-6.3Выбирает методы моделирования систем, структурирует и анализирует цели и функции систем управления, проводит системный анализ прикладной области	ОР-6.1.1. Знает основные виды математических моделей реальных явлений. ОР-6.1.2. Умеет осуществлять выбор и построение модели реального явления или процесса. ОР-6.1.3. Владеет математическим аппаратом, необходимым для аналитического исследования математических моделей. ОР-6.2.1. Знает основные методы численного анализа математических моделей и границы применимости данных методов. ОР-6.2.2. Умеет осуществлять выбор метода численного решения задачи математического моделирования. ОР-6.2.3. Владеет цифровыми инструментами, необходимыми для численного анализа математических моделей. ОР-6.2.1. Знает основные методы моделирования систем, структурирует и анализирует цели и функции систем управления, проводит системный анализ прикладной области ОР-6.2.2. Умеет пользоваться основными моделями моделирования систем, структурирует и анализирует цели и функции систем управления, проводит системный анализ прикладной области

3. Структура и содержание дисциплины/модуля

3.1. Структура и трудоемкость видов учебной работы по дисциплине/модулю

Общая трудоемкость дисциплины/модуля составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 2.

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах	
	5 семестр	всего
Общая трудоемкость	5 семестр	всего
Контактная работа:	33.85	33.85
Лекции (Л):	16	16
Практики (ПЗ)		
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Семинары (СЗ)		
Групповые консультации	1.85	1.85
Индивидуальные консультации		
Промежуточная аттестация		
Самостоятельная работа обучающегося:	74.15	74.15
- изучение учебного материала, публикаций в сети Интернет		
- выполнение расчетно-графических работ		
- подготовка к рубежному контролю по теме/разделу		
Вид промежуточной аттестации:	Зачёт с оценкой	Зачёт с оценкой

3.2. *Содержание и трудоемкость разделов дисциплины/модуля*

Таблица 3.

Код занятия	Наименование разделов и тем и их содержание /	Вид учебной работы, занятий, контроля	Семестр	Часы в электронной форме	Всего (час.)	Литература	Код (ы) результата(ов) обучения
1.	Раздел 1. Основные понятия и принципы математического моделирования		4			1-6	
	<p>Тема 1. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Физические задачи, приводящие к обыкновенным дифференциальным уравнениям (уравнения движения, моделирование электрических цепей, барометрическая формула, радиоактивный распад). Популяционные модели (развитие популяции, модель хищник-жертва, конкуренция за ресурсы). Модели диффузионных процессов (модели эпидемий, процессы размножения и гибели). Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений (метод Эйлера, методы Рунге-Кутты, многошаговые методы Адамса, сплайны). Цифровые инструменты для решения дифференциальных уравнений.</p> <p>Тема 2. Уравнения в частных производных. Уравнения математической физики (волновое уравнение, уравнение теплопроводности, уравнение Лапласа). Краевые задачи (начальные и граничные условия, задача Коши, краевая задача для стационарного режима, смешанная задача). Решение уравнений гиперболического типа (формула Даламбера, метод продолжений,</p>	Лекции	4		10		

	<p>метод разделения переменных). Решение уравнений параболического типа (метод разделения переменных, преобразование Лапласа). Решение уравнений эллиптического типа (постановка задачи в цилиндрических и сферических координатах, разделение переменных, фундаментальные решения, функция Грина). Численные методы решения уравнений в частных производных (разностные схемы, метод расщепления, метод переменных направлений, метод дробных шагов). Цифровые инструменты для решения дифференциальных уравнений.</p> <p>Тема 3. Вариационное исчисление. Общее понятие задачи вариационного исчисления, некоторые классические задачи (задача о брахистохроне, о геодезической линии). Понятие функционала. Первая вариация функционала. Экстремум функционала, необходимое условие экстремума. Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Задачи вариационного исчисления (задача о наименьшей поверхности вращения, задачи геометрической оптики). Численные методы решения задач вариационного исчисления с использованием цифровых технологий.</p>						
	Моделирование	Практические занятия	4		10		
	Форма СРС	СРС	4		44,15		
	- изучение учебного материала, публикаций в сети Интернет		4				
	- выполнение практических работ		4				
2.	Раздел 2. Математические модели с		4			1-6	

	управлением						
	<p>Тема 1. Стохастические модели. Случайные процессы и их характеристики: математическое ожидание, корреляция, стационарность, устойчивость. Процессы с дискретным и непрерывным временем. Методы построения модели: определение порядка, спектрально-сингулярный анализ («гусеница»). Цифровые инструменты для анализа стохастических моделей.</p> <p>Тема 2. Задачи, связанные со случайными процессами: фильтрация, прогнозирование, управление, обнаружение скачкообразного изменения параметров, классификация, оценивание параметров. Параметрические и непараметрические методы.</p> <p>Тема 3. Основные модели для дискретного времени: регрессия, авторегрессия, процессы скользящего среднего. Марковские процессы. Частично наблюдаемые процессы, фильтр Калмана в задачах фильтрации и прогнозирования. Методы обнаружения скачка параметров, апостериорные и последовательные. Применение случайных процессов в задачах финансовой математики, обработки сигналов и изображений, анализе больших данных, в технологиях виртуальной и дополненной реальности.</p> <p>Тема 4. Основные модели для непрерывного времени: Винеровский процесс, Пуассоновский процесс, процессы диффузионного типа, процессы Леви. Применение в задачах финансовой</p>	Лекции	4		6		

	математики, при анализе телекоммуникационных потоков, анализе больших данных, технологиях виртуальной и дополненной реальности.					
	Многомасштабное моделирование материалов и процессов	Практические занятия	4		6	
	Форма СРС	СРС	4		30	
	- выполнение расчетно-графических работ		4			
	- выполнение контрольной работы/контрольных заданий (кейс)		4			
	- подготовка к лабораторным/ практическим занятиям/коллоквиумам		4			
	Подготовка к промежуточной аттестации в форме зачёта с оценкой		4		1,85	
	Прохождение промежуточной аттестации в форме зачёта с оценкой		4			
	Итого		4		108	

4. Образовательные технологии, учебно-методическое и информационное обеспечение для освоения дисциплины/модуля

Занятия проводятся в форме лекций и практических занятий с использованием презентационной техники. Самостоятельная работа в основном нацелена на закрепление пройденного материала, а также на разбор ситуаций, возникающих в процессе экономической деятельности в цифровую эпоху. Часть разделов курса также вынесена на самостоятельную работу.

Самостоятельная работа

Задания на самостоятельную работу представляют собой задания, кейсы и форсайт-моделирование по рассматриваемым темам. Цель самостоятельной работы – не только закрепление пройденного материала, но и развитие системного мышления.

Форма промежуточной аттестации: **зачёт с оценкой.**

4.1. Рекомендуемая литература и учебно-методическое обеспечение

№ п/п	Авторы / составители	Заглавие	Издательство	Год издания
1	Абдрахманова Г.И. и др.	Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение	Изд. Дом ВШЭ	2019
2		Цифровые дивиденды. < https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/23347/210671RuSum.pdf > (дата обращения: 27.10.2019).	Всемирный банк	2016
3		Индекс цифровизации бизнеса // Информационный бюллетень. Сер. «Цифровая экономика». 2018. < https://issek.hse.ru/news/244878024.html > (дата обращения: 26.10.2019).	ВШЭ	2019
4		Государство как платформа. (Кибер) государство для цифровой экономики. Цифровая трансформация. < https://www.csr.ru/wp-content/uploads/2018/05/GOSUDARSTVO-KAK-PLATFORMA_internet.pdf > (дата обращения: 15.03.2019).	ЦСР	2018
5		The Impact of Artificial Intelligence (AI) on the Financial Job Market. < http://image-src.bcg.com/Images/BCG-CDRF-The-Impactof-AI-on-the-Financial-Job-Market_Mar%202018_ENG_tcm9-187843.pdf > (дата обращения: 28.10.2019)	BCG	2018

6		The Digital Economy. < https://policy.bcs.org/position_statements/digital-economy > (дата обращения: 17.03.2019).	British Computer Society	2018
---	--	--	--------------------------	------

4.2. Перечень лицензионного и программного обеспечения

MS PowerPoint, MS Excel

4.3. Оборудование и технические средства обучения

Для проведения занятий по дисциплине «Введение в цифровую экономику» необходимы аудитории, оборудованные доской, желательно экраном и проекционным аппаратом.

5. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Для успешного освоения дисциплины обучающимся необходимо посещать лекции и лабораторные работы, вести максимально подробные конспекты, фиксирующие информацию, почерпнутую как во время контактной, так и в процессе самостоятельной работы, тщательно выполнять все задания и прочитать все указанные в списке литературы источники.

6. Преподавательский состав, реализующий дисциплину

Зенкова Жанна Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры системного анализа и математического моделирования НИ ТГУ.

7. Язык преподавания Русский