

Подписано электронной подписью:  
Вержицкий Данил Григорьевич  
Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Дата и время: 2024-02-21 00:00:00  
Кузбасский государственный технический университет  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Кемеровский государственный университет»  
Факультет информатики, математики и экономики

УТВЕРЖДАЮ

Декан А.В.Фомина  
«10» февраля 2022 г.

## **Рабочая программа дисциплины**

### **Б1.О.21. Математическое и имитационное моделирование экономических процессов**

Направление

**09.03.03 Прикладная информатика**

Направленность (профиль) подготовки  
«Прикладная информатика в экономике»

Программа бакалавриата

Квалификация выпускника  
бакалавр

Форма обучения  
очная

год набора 2021

Новокузнецк 2022

## Оглавление

1 Цель дисциплины.....	3
1.1 Формируемые компетенции .....	3
1.2 Индикаторы достижения компетенций .....	3
1.3 Знания, умения, навыки (ЗУВ) по дисциплине.....	4
2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.....	5
3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины. ....	5
3.1 Учебно-тематический план.....	5
3.2. Содержание занятий по видам учебной работы .....	6
4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации. ....	9
5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины. 11	
5.1 Учебная литература .....	11
5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины. ....	11
5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы. ...	13
6 Иные сведения и (или) материалы. ....	13
6.1.Примерные темы и варианты письменных учебных работ .....	13
6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации .....	14

## 1 Цель дисциплины.

В результате освоения данной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции основной профессиональной образовательной программы бакалавриата (далее - ОПОП): ОПК–1, ОПК–6.

Содержание компетенций как планируемых результатов обучения по дисциплине см. таблицы 1.1, 1.2 и 1.3.

### 1.1 Формируемые компетенции

Таблица 1.1 - Формируемые дисциплиной компетенции

Наименование вида компетенции	Наименование категории (группы) компетенций	Код и название компетенции
Общепрофессиональная		ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
Общепрофессиональная		ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования

### 1.2 Индикаторы достижения компетенций

Таблица 1.2 – Индикаторы достижения компетенций, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Дисциплины и практики, формирующие компетенцию ОПОП
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК 1.1. Применяет физические законы и положения общетехнических дисциплин для моделирования прикладных и информационных процессов ОПК 1.2 Применяет методы высшей и дискретной математики для моделирования прикладных и информационных процессов ОПК 1.3 Применяет методы теории вероятности и математической статистики для моделирования прикладных и информационных процессов	Б1.О.08 Математика Б1.О.11 Теория вероятностей и математическая статистика Б1.О.12 Дискретная математика Б1.О.13 Вычислительная математика Б1.О.14 Физика <b>Б1.О.21 Математическое и имитационное моделирование экономических процессов</b> Б2.О.03(У) Учебная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-	ОПК 6.1 Описывает организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и мате-	<b>Б1.О.21 Математическое и имитационное моделирование экономических процессов</b> Б1.О.23 Моделирование

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Дисциплины и практики, формирующие компетенцию ОПОП
технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	математического моделирования ОПК 6.2 Разрабатывает математические модели организационно-технических и экономических процессов	бизнес-процессов Б2.О.03(У) Учебная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика Б3.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

### 1.3 Знания, умения, навыки (ЗУВ) по дисциплине

Таблица 1.3 – Знания, умения, навыки, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции, закрепленные за дисциплиной	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК 1.2 Применяет методы высшей и дискретной математики для моделирования прикладных и информационных процессов ОПК 1.3 Применяет методы теории вероятности и математической статистики для моделирования прикладных и информационных процессов	<b>Знать:</b> - основные понятия математики и теории моделирования; - методологию и основные методы математического моделирования; - классификацию и условия применения моделей. <b>Уметь:</b> - выбирать из освоенного арсенала необходимый математический аппарат; - решать стандартные профессиональные задачи с применением основ теории вероятностей, математической статистики, методов математического анализа и моделирования; - применять имитационное моделирование при решении профессиональных задач. <b>Владеть:</b> - математическими методами и программными средствами; - методами моделирования процессов и систем.
ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	ОПК 6.1 Описывает организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования ОПК 6.2 Разрабатывает математические модели организационно-технических и экономических процессов	<b>Знать:</b> - системные основы для формализации экономических проблем и процессов, а именно: принципы и методы математического и имитационного моделирования; - используемые на практике основные типы математических моделей и способы их исследования. <b>Уметь:</b> - проводить системный анализ предметной области, а именно использовать методы и принципы математического моделирования для анализа проблемных ситуаций; - организовывать вычислительный эксперимент на ЭВМ для исследования поведения экономических объектов, процессов.

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции, закрепленные за дисциплиной	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
		<b>Владеть:</b> - навыками работы с пакетами прикладных программ для моделирования и анализа экономических процессов.

## 2 Объем и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.

Таблица 2 – Объем и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий

Общая трудоёмкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах	Объём часов по формам обучения		
	ОФО	ОЗФО	ЗФО
1 Общая трудоёмкость дисциплины	<b>144</b>		
2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36		
Аудиторная работа (всего):	36		
в том числе:			
лекции	18		
практические занятия, семинары	18		
практикумы			
лабораторные работы			
в интерактивной форме			
в электронной форме			
Внеаудиторная работа (всего):			
в том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем			
подготовка курсовой работы /контактная работа <sup>1</sup>			
групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем)			
творческая работа (эссе)			
3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)	108		
4 Промежуточная аттестация обучающегося – зачет с оценкой			

## 3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.

### 3.1 Учебно-тематический план

Таблица 3.1 - Учебно-тематический план

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (всего час.)	Трудоёмкость занятий (час.)				Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			ОФО			СРС	
			лекц.	практ.	лаб.		
	Раздел 1. Моделирование экономических процессов	80	10	10	60		

<sup>1</sup> Часы, выделенные в УП на курсовое проектирование в контактной форме (3 часа)

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (всего час.)	Трудоёмкость занятий (час.)				Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			ОФО			СРС	
			Аудиторн. занятия				
			лекц.	практ.	лаб.		
1-2	Введение в экономико-математическое моделирование. Математическая теория производства и потребления	16	2	2	12	Устный опрос, решение учебных задач	
3-4	Моделирование конкурентного равновесия. Моделирование в условиях несовершенной конкуренции	16	2	2	12	Устный опрос, решение учебных задач	
5-6	Математические модели экономического роста и благосостояния. Линейные модели экономики	16	2	2	12	Устный опрос, решение учебных задач	
7-8	Математическое моделирование финансовых операций	16	2	2	12	Устный опрос, решение учебных задач	
9-10	Моделирование задач логистического менеджмента	16	2	2	12	Устный опрос, решение учебных задач	
	<b>Раздел 2. Имитационное моделирование экономических процессов</b>	<b>64</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>48</b>		
11-12	Теоретические основы имитационного моделирования	16	2	2	12	Устный опрос, решение учебных задач	
13-14	Графические схемы имитационных моделей	16	2	2	12	Устный опрос, решение учебных задач	
15-16	Внутренняя функциональная структура систем имитационного моделирования	16	2	2	12	Устный опрос, решение учебных задач	
17-18	Основы работы в MATLAB и Simulink. Моделирование экономических систем в MATLAB и Simulink. Моделирование систем массового обслуживания в Simulink	16	2	2	12	Устный опрос, решение учебных задач	
18	Промежуточная аттестация					Зачет с оценкой	
	<b>Всего:</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>108</b>		

### 3.2. Содержание занятий по видам учебной работы

Таблица 3.2 – Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
<i>Содержание лекционного курса</i>		
	<b>Раздел 1. Математическое моделирование экономических процессов</b>	
1.1	Введение в экономико-математическое моделирование. Математическая теория производства и потребления.	Методика и этапы проведения математических исследований в экономике. Математическое моделирование экономических систем и явлений. Моделирование в экономике, роль моделей в экономической теории и принятии решений. Математическая модель экономического объекта: понятие, основные элементы, примеры. Этапы построения математической модели экономического объекта. Основные типы моделей. Примеры составления математических моделей. Основные разделы прикладной математики, применяемые в экономических исследованиях. Общая схема принятия решения. Виды и примеры экономических задач оптимизации и управления. Понятие оптимального поведения и его формализация в экономико-математических моделях. Формализация предпочтения потребителя при выборе товаров. Функция полезности: понятие, свойства, примеры. Кривые безразличия. Предельный анализ в теории потребления (предельная полезность, эластичность, предельная норма замещения). Модель задачи

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
		<p>потребительского выбора. Функция спроса. Перекрестная и дуговая эластичность спроса. Взаимозаменяемость благ. Эффекты компенсации и их геометрическая интерпретация. Уравнение Слуцкого. Классификация товаров и анализ спроса на основе уравнения Слуцкого.</p> <p>Основные элементы модели производства. Пространство затрат и производственная функция. Понятие производственной функции. Производственные функции одной переменной, многих переменных. Экономический смысл производственных функций. Статические и динамические производственные функции. Микроэкономические и макроэкономические производственные функции. Области их применения. Двухфакторные производственные функции и их основные параметры.</p> <p>Неоклассическая производственная функция. Формальные свойства производственных функций и их экономическая интерпретация. Оценка с помощью производственных функций масштаба и эффективности производства. Основные типы производственных функций.</p> <p>Предельный анализ и эластичность в теории производства. Конструирование и оценка производственных функций. Математические модели задачи фирмы. Решение задачи фирмы. Геометрическая иллюстрация. Анализ влияния цен на объемы затрат и выпуска. Основное уравнение фирмы.</p>
1.2	<p>Моделирование конкурентного равновесия. Моделирование в условиях несовершенной конкуренции.</p>	<p>Экономическое равновесие. Содержательный аспект. Рыночный спрос и рыночное предложение. Условия совершенной конкуренции. Паутинообразная модель. Описание общей модели Вальраса. Модель Эрроу-Дебре. Существование конкурентного равновесия. Модель регулирования цен и устойчивость конкурентного равновесия. Модель Эванса. Компьютерные технологии для формирования модели рынка совершенной конкуренции.</p> <p>Моделирование ценообразования в монополии. Моделирование конкурентных стратегий и ценообразования на рынках однородной олигополии. Стратегии и ценообразование на рынках дифференцированной олигополии.</p>
1.3	<p>Математические модели экономического роста и благосостояния. Линейные модели экономики.</p>	<p>Описание производства с помощью технологического множества. Общая модель сбалансированного роста. Модель оптимального экономического роста. Модель экономического благосостояния. Модель трехсекторной экономики.</p> <p>Планирование выпуска на уровне отраслей. Модель В. Леонтьева «Затраты - выпуск». Планирование производства в динамике. Модель расширяющейся экономики Неймана. Магистральные траектории в линейных моделях экономики.</p>
1.4	<p>Математическое моделирование финансовых операций.</p>	<p>Характеристики финансового рынка и его моделирование. Методология финансовых расчетов. Детерминированная финансовая математика. Методы технического анализа финансового рынка. Оценка и анализа финансовых рисков. Методы экспертных оценок в прогнозировании основных финансовых показателей.</p>
1.5	<p>Моделирование задач логистического менеджмента.</p>	<p>Моделирование задач логистического менеджмента. Реализация алгоритмов закупочной логистики. Методы производственной логистики. Алгоритмы сбытовой логистики. Методы транспортной логистики. Складская логистика. Моделирование и управление запасами. Информационная логистика.</p>
	<p><b>Раздел 2. Имитационное моделирование экономических процессов</b></p>	
2.1	<p>Теоретические основы имитационного моделирования</p>	<p>Основные определения теории имитационного моделирования. Дискретные объекты имитационной модели. Простейшая модели вычислительного процесса. Имитация непрерывных компонентов модели. Отображение пространства, окружающего систем. имитация финансово-хозяйственной деятельности и получения финансовых результатов. Методы временной и пространственной имитации. Способы организации единого модельного времени: имитация процессов в</p>

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
		реальном, в пропорционально-ускоренном и в максимально-ускоренном масштабах времени. Общий вид компьютерной экономической информационной системы с адаптивным управлением
2.2	Графические схемы имитационных моделей	Основные понятия, необходимые для изображения графической схемы (графа) имитационной модели. Сетевое представление модели экономической системы. сетевое моделирование в терминах транзактно-ориентированного имитационного моделирования. Основные типы узлов графа модели: сервер, очередь, генератор транзактов, терминатор, транзактно-управляемый генератор, транзактно-управляемый терминатор, очередь с пространственно-зависимыми приоритетами, транзактно-управляемый непрерывный или пространственный процесс, операция со стоимостью, диспетчер стоимости, правило отображения атрибутов узлов графической схемы. Правила обозначения атрибутов транзактов на путях графа модели.
2.3	Внутренняя функциональная структура систем имитационного моделирования	Функциональная структура системы компилирующего типа. Управляющая программа системы имитационного моделирования: координация параллельных процессов управления транзактами, синхронизация событий, внутренний таймер единого модельного времени. Атрибуты узлов модели. Атрибуты транзактов. Внутренние атрибуты событий в модели. Средства динамической отладки модели. Датчики псевдослучайных и случайных величин. Отображение динамики управляемого процесса, динамики очереди, динамики потока транзактов. Программа определения расстояний в сферическом и декартовом пространстве. Подсчет статистических результатов моделирования
2.4	Основы работы в MATLAB и Simulink. Моделирование экономических систем в MATLAB и Simulink. Моделирование систем массового обслуживания в Simulink	Основные характеристики и область применения системы MATLAB. Работа в системе Simulink: запуск, обзоратель разделов библиотеки Simulink. основные блоки библиотеки: Continuous – линейные блоки, Discrete – дискретные блоки, Math – блоки математических операций, Nonlinear – нелинейные блоки, Signals & Systems – сигналы и системы, Sinks - регистрирующие устройства, Sources — источники сигналов и воздействий, Subsystems – блоки подсистем. Меню и основные команды. Порядок создания модели в Simulink. Работа с блоками в окне модели. Выполнение математических операций с помощью блока Math. Интегрирование и дифференцирование, решение уравнений и систем уравнений. Решение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений. Составление модели имитирующей экономическую систему в виде блок – схемы Simulink. Работа Simulink под управлением Matlab и использования для моделирования все его возможности. Моделирование линейных, нелинейных, непрерывных, дискретных и гибридных систем. Визуальное составление блок-схем из библиотеки типовых блоков Simulink, являющихся моделями элементов технических или экономических систем. типовой блок как объект с графическим начертанием, графическим и математическим символом, выполняемой программой и числовыми или формульными параметрами. Соединение блоков линиями, отображающими движение материальных, финансовых и информационных потоков между объектами. Иерархические модели, их подсистемы. содержимое подсистем (более низкий уровень иерархии) и их редактирование. Моделирование после построения модели, используя различные методы интегрирования дифференциальных уравнений, как из меню Simulink, так и из командной строки Matlab. Использование блока Scope (графопостроитель) или Display (числовое отображение), для просмотра результатов моделирования. Управление созданной моделью из программы MATLAB с помощью *.m файлов. Теоретические основы и методы анализа и синтеза одноканальных и многоканальных систем массового обслуживания (СМО). СМО с отказами и ожиданием, СМО с ограничением на длину очереди и без ограничения, СМО с ограничением на время ожидания. Замкнутые одноканальные и многоканальные СМО. Исследование систем массового обслуживания аналитическими методами и методами имитационного



№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
		моделирования. Simulink модели основных типов СМО.
<i>Содержание практических занятий</i>		
	<b>Раздел 1. Математическое моделирование экономических процессов</b>	
1.1	Введение в экономико-математическое моделирование. Математическая теория производства и потребления.	Моделирование и решение экономических задач с использованием электронных таблиц. Модель задачи потребительского выбора. Анализ экономических величин. Модель задачи фирмы. Анализ производства с использованием производственных функций
1.2	Моделирование конкурентного равновесия. Моделирование в условиях несовершенной конкуренции.	Построение и анализ моделей рыночного равновесия (модель Эванса, Вальраса, паутинообразная модель). Моделирование ценообразования на рынке совершенной конкуренции, монополии, олигополии.
1.3	Математические модели экономического роста и благосостояния. Линейные модели экономики.	Модель экономического роста Р.Солоу. Моделирование межотраслевых потоков
1.4	Математическое моделирование финансовых операций.	Модель формирования портфеля инвестиций. Решение задач по математике финансового менеджмента
1.5	Моделирование задач логистического менеджмента.	Моделирование и решение задач логистического менеджмента
	<b>Раздел 2. Имитационное моделирование экономических процессов</b>	
2.1	Теоретические основы имитационного моделирования	Моделирование различных распределений случайных величин в системе MathCad. Знакомство с системой имитационного моделирования GPSS World. Генерирование простейших потоков случайных событий.
2.2	Графические схемы имитационных моделей	Расчет предельных вероятностей и средних характеристик одноканальных СМО в системе MathCad. Реализация простейших имитационных моделей в системе GPSS World. Разработка сетевой имитационной модели
2.3	Внутренняя функциональная структура систем имитационного моделирования	Динамическое моделирование одноканальных СМО в системах MathCad и GPSS World. Расчет предельных вероятностей и средних характеристик одноканальных СМО в системе MathCad. Расчет статистических результатов моделирования
2.4	Основы работы в MATLAB и Simulink. Моделирование экономических систем в MATLAB и Simulink. Моделирование систем массового обслуживания в Simulink	Интегрирование и дифференцирование, решение уравнений и систем уравнений. Решение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений. Составление модели имитирующей экономическую систему. Построение системы массового обслуживания с использованием методов имитационного моделирования в Simulink

#### 4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.

Для положительной оценки по результатам освоения дисциплины обучающемуся необходимо выполнить все установленные виды учебной работы. Оценка результатов работы обучающегося в баллах (по видам) приведена в таблице 4.

Таблица 4.1 - Балльно-рейтинговая оценка результатов учебной работы обучающихся по видам (БРС)

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации	Баллы (18 недель)
<b>Текущая учебная работа ОФО (2 семестр)</b>				
Текущая учебная работа в	<b>60</b> (100%)	Лекционные занятия (9 занятий)	<b>1.5 балла</b> – посещение 1 лекционного занятия	10.5 - 13.5

семестре (посещение занятий по расписанию и выполнение заданий)	/баллов приведенной шкалы)	Практические занятия (9 занятий)	<b>3 балла</b> – посещение 1 занятия и выполнение задания на 51-85% <b>3.5 балла</b> – посещение 1 занятия и существенный вклад на занятии в работу всей группы, самостоятельность и выполнение работы на 85.1-100%	29.5 - 31.5
		Написание реферата по выбранной теме	<b>11 баллов</b> – реферат написан на «удовлетворительно» <b>13 баллов</b> – реферат написан на «хорошо» <b>15 баллов</b> – реферат написан на «отлично»	11 - 15
<b>Итого по текущей работе в семестре</b>				51-60
<b>Промежуточная аттестация</b>				
Промежуточная аттестация (экзамен)	40 (100% /баллов приведенной шкалы)	Вопрос 1.	<b>10 баллов</b> (пороговое значение) <b>20 баллов</b> (максимальное значение)	10 - 20
		Решение задачи 1.	<b>10 баллов</b> (пороговое значение) <b>20 баллов</b> (максимальное значение)	10 – 20
<b>Итого по промежуточной аттестации (экзамен)</b>				20-40
<b>Суммарная оценка по дисциплине:</b> Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации 51 – 100 баллов.				

Итоговая оценка выставляется в ведомость согласно следующему правилу (таблица 4.2):

Таблица 4.2. Оценка уровня сформированности компетенций в промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенции	Уровень сформированности компетенции	Итоговая оценка	Оценка по 100-балльной шкале
Обучающийся не владеет теоретическими основами дисциплины и научной терминологией, демонстрирует отрывочные знания, не способен решать практические профессиональные задачи, допускает множественные существенные ошибки в ответах, не умеет интерпретировать результаты и делать выводы.	недопустимый	неудовлетворительно	Менее 51 балла
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины и научной терминологией, фрагментарно способен решать практические профессиональные задачи, допускает несколько существенных ошибок решениях, может частично интерпретировать полученные результаты, допускает ошибки в выводах.	пороговый	удовлетворительно	51-65
Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины и научной терминологией, грамотно излагает материал, способен решать практические профессиональные задачи, но допускает отдельные несущественные ошибки в интерпретации результатов и выводах.	повышенный	хорошо	66-85
Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами дисциплины и научной терминологией, грамотно излагает материал, способен иллюстрировать ответ	продвинутый	отлично	86-100

<p>примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических профессиональных задач. Правильно интерпретирует полученные результаты и делает обоснованные выводы.</p>			
---	--	--	--

## **5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины.**

### **5.1 Учебная литература**

#### **Основная учебная литература**

1. Булыгина, О.В. Имитационное моделирование в экономике и управлении : учебник / О.В. Булыгина, А.А. Емельянов, Н.З. Емельянова ; под ред. д-ра экон. наук, проф. А.А. Емельянова. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 592 с. – ISBN 978-5-16-014523-5. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/988974>. – (дата обращения 31.08.2019). – Текст: электронный.
2. Власов, М. П. Моделирование экономических систем и процессов : учебное пособие / М.П. Власов, П.Д. Шимко. – Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 336 с. – ISBN 978-5-16-005560-2. – URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=344989>. – (дата обращения 31.08.2019). – Текст: электронный.
3. Лычкина, Н. Н. Имитационное моделирование экономических процессов : учебное пособие / Н.Н. Лычкина. – Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 254 с. – ISBN 978-5-16-004675-4. – URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=429005>. – (дата обращения 31.08.2019). – Текст: электронный.

#### **Дополнительная литература**

1. Кобелев, Н.Б. Имитационное моделирование : учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков; Под общ. ред. д-ра экон. наук Н.Б. Кобелева. – Москва : КУРС: НИЦ Инфра-М, 2013. – 368 с. - ISBN 978-5-905554-17-9. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/361397>. – (дата обращения 31.08.2019). – Текст: электронный.
2. Мешечкин, В.В. Имитационное моделирование : учебное пособие / В.В. Мешечкин, М.В. Косенкова. – Кемерово : КемГУ, 2012. – 116 с. – ISBN 978-5-8353-1299-3. – URL: <https://e.lanbook.com/book/44371>. – (дата обращения 31.08.2019). – Текст: электронный.
3. Новиков, А.И. Экономико-математические методы и модели / А.И. Новиков. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. – 532 с. – ISBN 978-5-394-02615-7. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=454090>. – (дата обращения 31.08.2019). – Текст: электронный.
4. Токарев, К. Е. Имитационное моделирование экономических процессов : учебное пособие / К.Е. Токарев. – Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2015. – 88 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/615286>. – (дата обращения 31.08.2019). – Текст: электронный.

### **5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.**

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях НФИ КемГУ:

Таблица 8 – Материально-техническое и программное обеспечение аудиторных занятий и самостоятельной работы

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
<p>508 Лаборатория компьютерного моделирования. Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- занятий лекционного типа;</li> <li>- занятий семинарского (практического) типа;</li> <li>- групповых и индивидуальных консультаций;</li> <li>- самостоятельной работы;</li> <li>- текущего контроля и промежуточной аттестации.</li> </ul>	<p>Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, кафедра, столы, стулья.</p> <p>Оборудование для презентации учебного материала: стационарное - компьютер преподавателя, проектор, экран.</p> <p>Лабораторное оборудование: стационарное – компьютеры для обучающихся (18 шт.).</p> <p>Используемое программное обеспечение: MSWindows (Microsoft Imagine Premium 3 year по сублицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО), AUTOCAD (Коробочная лицензия №0730450), MathCad (Лицензия №9A1487712), MatLab (Лицензия №592765), Scilab (свободно распространяемое ПО), SWI-Prolog (свободно распространяемое ПО), GPSS (учебная версия), R (свободно распространяемое ПО), T-Flex CAD (отечественное ПО, учебная версия), 3dsMax Design (Коробочная лицензия №0730450), BloodshedDev C++ 4.9.9.2 (свободно распространяемое ПО), Алгозит (лицензионный договор № 2 от 16 июня 2020 г.), ANYLogicPLE (бесплатная версия для студентов), Microsoft Visual Studio (Microsoft Imagine Premium 3 year по сублицензионному договору</p>	<p>654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Металлургов, д. 19</p>

	№ 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Java (бесплатная версия), Eclipse(свободно распространяемое ПО), UML-диаграммы (бесплатная версия). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	
--	---	--

### **5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.**

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» - [http://window.edu.ru/catalog/?p\\_rubr=2.2.75.6](http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6)
2. Крупнейший веб-сервис для хостинга IT-проектов и их совместной разработки- <https://github.com/>
3. База книг и публикаций Электронной библиотеки "Наука и Техника" - <http://www.n-t.ru>

## **6 Иные сведения и (или) материалы.**

### **6.1.Примерные темы и варианты письменных учебных работ**

#### **Примерный перечень тем рефератов:**

1. Место имитационного моделирования в составе экономико-математических методов.
2. Мысленные и машинные модели социально-экономических систем.
3. Социально-экономические процессы как объекты моделирования.
4. Структура и классификация имитационных моделей.
5. Основные этапы процесса имитации.
6. Определение системы, постановка задачи, формулирование модели и оценка ее адекватности.
7. Экспериментирование с использованием ИМ, механизм регламентации, интерпретация и реализация результатов.
8. Организационные аспекты имитационного моделирования.
9. Основные компоненты динамической мировой модели Форрестера.
10. Концепция «петля обратной связи».
11. Структура модели мировой системы.
12. Каноническая модель предприятия.
13. Моделирование затрат предприятия.
14. Моделирование налогообложения.
15. Использование имитационного моделирования для планирования.
16. Содержание процессов стратегического и тактического планирования.
17. Основные модули системы поддержки принятия решений.
18. Сущность статистического ИМ.
19. Идентификация закона распределения.
20. Классификация систем МО.
21. Сущность метода экспериментальной оптимизации.
22. Формирование концептуальной модели.
23. Принципы выбора критерия оптимальности, разработка алгоритма оптимизации.
24. Эвристические алгоритмы поиска решений.
25. Управленческие имитационные игры, их природа и сущность.

## 6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации

Таблица 6 - Примерные теоретические вопросы к экзамену

Разделы и темы	Примерные теоретические вопросы	Примерные практические задания / задачи
<b>Раздел 1. Математическое моделирование экономических процессов</b>		
<p>Введение в экономико-математическое моделирование. Математическая теория производства и потребления</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методика и этапы проведения математических исследований в экономике. Математическая модель экономического объекта: понятие, основные элементы, типы моделей, примеры. Этапы построения математической модели экономического объекта.</li> <li>2. Способы построения зависимостей между экономическими величинами. Экономическая интерпретация формальных свойств функций и множеств.</li> <li>3. Экстремальные задачи. Необходимые и достаточные признаки оптимальности.</li> <li>4. Формализация предпочтения потребителя при выборе товаров. Функция полезности: понятие, свойства, примеры. Кривые безразличия.</li> <li>5. Предельный анализ в теории потребления. Модель задачи потребительского выбора.</li> <li>6. Функция спроса. Перекрестная и дуговая эластичность спроса.</li> <li>7. Взаимозаменяемость благ. Эффекты компенсации и их геометрическая интерпретация. Уравнение Слуцкого. Классификация товаров и анализ спроса на основе уравнения Слуцкого.</li> <li>8. Понятие производственной функции. Классификация производственных функций. Области их применения.</li> <li>9. Неоклассическая производственная функция. Формальные свойства производственных функций и их экономическая интерпретация.</li> <li>10. Экономическая интерпретация параметров производственной функции. Предельные нормы замещения одного ресурса другим.</li> <li>11. Оценка с помощью производственных функций масштаба и эффективности производства. Основные типы производственных функций. Методы построения производственных функций.</li> <li>12. Математические модели задачи фирмы: содержательные постановки задач и их формализация. Решение задачи фирмы. Геометрическая иллюстрация.</li> </ol>	<p>Типовое практическое задание</p>
<p>Моделирование конкурентного равновесия. Моделирование в условиях несовершенной конкуренции</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>13. Экономическое равновесие, содержательный аспект. Рыночный спрос и рыночное предложение. Условия совершенной конкуренции.</li> <li>14. Паутинообразная модель рыночного равновесия.</li> <li>15. Дискретный и непрерывный аналоги модели Эванса.</li> <li>16. Модель Эрроу-Добре. Существование конкурентного равновесия.</li> <li>17. Моделирование ценообразования в монополии.</li> <li>18. Математическая модель олигополии.</li> <li>19. Анализ дуополии Курно. Краткий анализ других видов дуополии.</li> </ol>	<p>Типовое практическое задание</p>

Математические модели экономического роста и благосостояния. Линейные модели экономики	20. Модель оптимального экономического роста. 21. Трехсекторная модель экономического роста. 22. Планирование выпуска на уровне отраслей. 23. Модель Леонтьева "Затраты-выпуск". 24. Матричная модель производственно-финансового планирования.	Типовое практическое задание
Математическое моделирование финансовых операций	25. Математические модели и схемы предоставления ссуд. 26. Математические модели и схемы погашения ссуд. 27. Алгоритмы консолидации платежей. 28. Расчет наращенных сумм в условиях инфляции. 29. Номинальная и эффективная процентная ставка.	Типовое практическое задание
Моделирование задач логистического менеджмента	30. Предмет, объект, цель логистики. Классификация логистических задач. Постановки логистических задач. 31. Управление запасами: ABC анализ и XYZ-анализ; постановки задач управления запасами. 32. Модель оптимального размера заказа. Модель управления запасами при наличии оптовых скидок. 33. Производство и управление запасами. 34. Модель расчета страховых запасов.	Типовое практическое задание
<b>Раздел 2. Имитационное моделирование экономических процессов</b>		
Теоретические основы имитационного моделирования	35. Основные цели имитационного моделирования экономических процессов. Постановка задачи имитационного моделирования. Ее отличие от задач исследования операций. 36. Формы представления результатов имитационного моделирования в экономике. Области применения компьютерного имитационного моделирования. 37. Этапы построения и практического использования имитационной модели при исследовании социально-экономических систем. 38. Метод Монте-Карло и его связь с имитационным моделированием.	Типовое практическое задание
Графические схемы имитационных моделей	39. Сетевое представление модели экономической системы. 40. Средства динамической отладки модели. 41. Общая структура и граф состояний системы массового обслуживания.	Типовое практическое задание
Внутренняя функциональная структура систем имитационного моделирования	42. Использование в компьютерном имитационном моделировании случайных событий. Использование случайных событий при построении и эксплуатации экономических имитационных моделей. 43. Метод мультипликативных конгруэнций получения псевдослучайных чисел. 44. Порядок моделирования случайных векторов и случайных событий. 45. Основные идеи методов повторения, подынтервалов и циклов получения наблюдений в имитационном моделировании. Их достоинства и недостатки. 46. Методы уменьшения выборочной дисперсии при компьютерном имитационном моделировании.	Типовое практическое задание
Основы работы в MATLAB и Simulink. Моделирование экономических систем в MATLAB и Simulink. Моделирование систем массового обслуживания в Simulink	47. Основные характеристики и область применения системы MATLAB. Порядок создания модели в Simulink. 48. Задачи анализа и синтеза СМО. 49. Характеристики одноканальных и многоканальных СМО. 50. СМО с отказами и ожиданием. 51. СМО с ограничением на длину очереди. 52. СМО с ограничением на время ожидания. 53. Имитационные модели систем управления запасами.	Типовое практическое задание

### Типовые практические задания

*Задание 1.* Промоделировать работу врача терапевта. Интервалы приходов пациентов распределены равномерно в интервале  $15 \pm 10$ . Время приема  $15 \pm 5$  также распределено равномерно. Пациенты принимаются в порядке «первым пришел – первым обслужен». Модель работы врача должна

обеспечить сбор статистики об очереди. Необходимо промоделировать работу врача в течение 6 часов.

*Задание 2.* Промоделировать работу врача терапевта. Интервалы приходов пациентов распределены равномерно в интервале  $17 \pm 7$ . Время приема  $16 \pm 4$  также распределено равномерно. Пациенты принимаются в порядке «первым пришел – первым обслужен». Модель работы врача должна обеспечить сбор статистики об очереди. Необходимо промоделировать работу врача в течение 3 часов.

*Задание 3.* Промоделировать работу библиотекаря. Интервалы прихода читателей распределены равномерно в интервале  $10 \pm 5$ . Время работы  $8 \pm 4$  с читателями также распределено равномерно. Читатели обслуживаются в порядке «первым пришел – первым обслужен». Модель работы библиотекаря на GPSS должна обеспечить сбор статистики об очереди. Необходимо промоделировать работу библиотекаря в течение 8 часов.

*Задание 4.* Промоделировать работу библиотекаря. Интервалы прихода читателей распределены равномерно в интервале  $12 \pm 8$ . Время работы  $11 \pm 4$  с читателями также распределено равномерно. Читатели обслуживаются в порядке «первым пришел – первым обслужен». Модель работы библиотекаря на GPSS должна обеспечить сбор статистики об очереди. Необходимо промоделировать работу библиотекаря в течение 6 часов.

*Задание 5.* Рабочие приходят в кладовую через каждые  $300 \pm 250$  с. Здесь они получают детали для неисправных станков. Кладовщику требуется  $280 \pm 150$  с. на поиск необходимой детали для одного рабочего. Предположим, что кладовщик получает 4 доллара в час. Он может быть заменен другим кладовщиком, получающим 4,5 доллара в час, но зато выполняющим заявки рабочих за  $280 \pm 50$  с. Выполните моделирование и рассчитайте ущерб из-за простоев рабочих в этом случае.

*Задание 6.* Рабочие приходят в кладовую через каждые  $300 \pm 250$  с. Здесь они получают детали для неисправных станков. Кладовщику требуется  $280 \pm 150$  с. на поиск необходимой детали для одного рабочего. Напишите модель на GPSS для этого случая, выполните моделирование на интервале 8-часового модельного времени. Стоимость потерь из-за поломки станка и простоя рабочего в очереди составляет 0,5 цента в секунду (т.е. 18 долларов в час). Каков в этом случае ущерб предприятию в течение восьмичасового рабочего дня в модели?

*Задание 7.* На прием к врачу терапевту приходят пациенты двух типов: 1) имеют карту болезни на руках и время их прихода распределено равномерно в интервале  $10 \pm 5$ ; 2) пришли на прием в первый раз, время их прихода через  $15 \pm 7$  минут. Время приема пациентов первого типа  $11 \pm 4$  минут, а второго типа –  $16 \pm 9$  минут. Модель работы врача должна обеспечить сбор статистики об очереди. Необходимо промоделировать работу врача в течение 4 часов.

*Задание 8.* На прием к врачу терапевту приходят пациенты двух типов: 1) имеют карту болезни на руках и время их прихода распределено равномерно в интервале  $10 \pm 7$ ; 2) пришли на прием в первый раз, время их прихода через  $18 \pm 3$  минут. Время приема пациентов первого типа  $14 \pm 2$  минут, а второго типа –  $20 \pm 5$  минут. Модель работы врача должна обеспечить сбор статистики об очереди. Необходимо промоделировать работу врача в течение 3 часов.

*Задание 9.* Рабочие трех типов приходят в кладовую за запасными частями. Интервалы их прихода и времени обслуживания: 1 тип –  $30 \pm 10$  и  $12 \pm 5$ ; 2 тип –  $20 \pm 8$  и  $6 \pm 3$ ; 3 тип –  $15 \pm 5$  и  $3 \pm 1$  (время в минутах). В кладовой работает только один кладовщик. Напишите на GPSS модель работы такой кладовой. Затем выполните моделирование до события прихода 16-го рабочего первого типа в кладовую. Модель должна быть такой, чтобы обеспечить отдельный сбор статистических данных по каждому типу рабочих. Сопоставьте результаты, полученные для очередей всех типов.

*Задание 10.* В парикмахерской имеются только три кресла для ожидающих клиентов. Клиенты приходят в парикмахерскую каждые  $14 \pm 5$  мин, но остаются только в том случае, если есть хотя бы одно свободное кресло для ожидания. В противном случае они уходят. Постройте модель. Моделирование проведите для 8 ч модельного времени.

*Задание 11.* В библиотеку приходят читатели двух типов: пришедшие в библиотеку в первый раз и повторно. Интервалы прихода читателей первого типа распределены равномерно через  $27 \pm 4$  минут, второго –  $33 \pm 11$  минут. Время работы с читателями первого типа  $20 \pm 13$  минут, второго типа –  $16 \pm 4$  минут. Модель работы библиотекаря должна обеспечить сбор статистики об очереди. Необ-



ходимо промоделировать работу библиотекаря в течение 4 часов.

*Задание 12.* В библиотеку приходят читатели двух типов: пришедшие в библиотеку в первый раз и повторно. Интервалы прихода читателей первого типа распределены равномерно через  $25 \pm 3$  минут, второго –  $35 \pm 15$  минут. Время работы с читателями первого типа  $20 \pm 10$  минут, второго типа –  $13 \pm 8$  минут. Модель работы библиотекаря должна обеспечить сбор статистики об очереди. Необходимо промоделировать работу библиотекаря в течение 6 часов.

*Задание 13.* В парикмахерской имеются только три кресла для ожидающих клиентов. Клиенты приходят в парикмахерскую каждые  $14 \pm 5$  мин, но остаются только в том случае, если есть хотя бы одно свободное кресло для ожидания. В противном случае они уходят. 40% клиентов, ушедших из парикмахерской ввиду нехватки мест в очереди, через  $15 \pm 5$  мин возвращаются. Если и на этот раз приход безуспешен, они уходят окончательно. Постройте модель. Моделирование проведите для 8 ч модельного времени.

*Задание 14.* В парикмахерской имеются только три кресла для ожидающих клиентов. Клиенты приходят в парикмахерскую каждые  $14 \pm 5$  мин, но около 20% клиентов, пришедших в парикмахерскую, остается только в том случае, если их сразу могут обслужить. Остальные присоединяются к очереди, если в ней есть свободные места. Постройте модель. Моделирование проведите для 8 ч модельного времени.

*Задание 15.* Прием ведет один врач. Интервалы прихода пациентов имеют пуассоновский характер распределения с интенсивностью 4-х приходов в час. Время обслуживания также является экспоненциальным, среднее время обслуживания зависит от числа пациентов, находящихся в очереди к врачу. При длине очереди 0 среднее время обслуживания 20 мин, при длине очереди 1-2 – 19.5 мин, 3-7 – 19 мин, при 8 и более – 18.5 мин. Необходимо построить модель системы и с ее помощью оценить фактическое среднее время обслуживания. Время моделирования в секундах.

Составитель: Маркидонов А.В., д.ф.-м.н., доцент, заведующий кафедрой информатики и вычислительной техники им. В.К. Буторина