

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по учебной работе

\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1  
«Дисциплины (модули)»

**«Имитационное моделирование процессов и систем»**

Направление подготовки магистров – 09.04.03 - Прикладная информатика

Направленность (профиль) - Прикладная информатика в экономике

Типы задач профессиональной деятельности: организационно-управленческий

Форма обучения – очная.

Факультет информационных технологий  
Кафедра «Информационные системы»

Тверь 2019

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки магистров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: к.в.н., доцент каф. ИС

С.В. Котлинский

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИС  
«13» мая 2019 г., протокол № 5.

Заведующий кафедрой ИС, д.т.н., профессор

Б.В. Палюх

Согласовано  
Начальник учебно-методического  
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## **1. Цели и задачи дисциплины.**

**Основной целью изучения дисциплины «Имитационное моделирование процессов и систем»** является изучение фундаментальных основ теории моделирования информационных систем и протекающих в них процессов, методики разработки компьютерных моделей, методов и средств осуществления имитационного моделирования и обработки результатов вычислительных экспериментов, а также формирование представления о работе с современными инструментальными системами моделирования.

### **Задачами дисциплины являются:**

приобретение студентами знаний методологии и порядка работы с современными компьютерными инструментами разработки моделей систем; формирование системного подхода к построению моделей;

овладение навыками применения различных парадигм для разработки и формирования моделей систем и процессов, конструирования моделей в современных средах;

формирование представлений о современных концепциях разработки моделей систем, ключевых технологиях проведения компьютерных экспериментов.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП.**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОП ВО. Для изучения курса требуются знания дисциплин «Математическое моделирование», «Методология анализа и формализации предметной области», «Математические методы исследования операций».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем для изучения дисциплины «Математические методы и модели поддержки принятия решений», «Прикладные аспекты управления ИТ-проектами».

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине.**

### **3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине.**

#### **Перечень компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП.**

**ПК-2.** Способен разрабатывать предложения по формированию системы управления проектами в области ИТ и осуществлять их реализацию на разных стадиях жизненного цикла проекта.

#### **Индикаторы компетенции, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

**ИПК-2.1.** Демонстрирует знание основных методов формирования системы управления проектами в области ИТ.

**ИПК-2.2.** Выбирает методологию и технологию для моделирования процессов и систем в прикладной области.

**ИПК-2.3.** Разрабатывает предложения по формированию системы управления проектами в области ИТ и осуществляет их реализацию.

#### **Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

**ИПК-2.1.** Демонстрирует знание основных методов формирования системы управления проектами в области ИТ.

#### **Знать:**

31. Основные понятия теории моделирования, классификацию моделей и области их использования, задачи моделирования.

32. Методы моделирования и анализа систем.

**Уметь:**

У1.1. Обоснованно выбирать метод моделирования.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Применения методов и приемов работы в среде имитационного моделирования AnyLogic.

ИПК-2.2. Выбирает методологию и технологию для моделирования процессов и систем в прикладной области

**Знать:**

31. Методологию и технологию компьютерного моделирования систем, вычислительных процессов и систем передачи данных.

32. Модели систем массового обслуживания.

**Уметь:**

У1. Интерпретировать и анализировать результаты моделирования. планировать вычислительные эксперименты с моделями систем.

У2. Обработать результаты моделирования.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Применения основных критериев оценки полученных результатов моделирования

ИПК-2.3. Разрабатывает предложения по формированию системы управления проектами в области ИТ и осуществляет их реализацию

**Знать:**

31. Принципы построения моделей.

32. Основные современные парадигмы имитационного моделирования.

**Уметь:**

У1. Строить адекватную модель системы или процесса с использованием современных компьютерных средств.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Применения интерпретации и анализа результатов моделирования.

**ПК-2.** Способен разрабатывать предложения по формированию системы управления проектами в области ИТ и осуществлять их реализацию на разных стадиях жизненного цикла проекта.

**Индикаторы компетенции, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:**

ИПК-2.1. Демонстрирует знание основных методов формирования системы управления проектами в области ИТ.

ИПК-2.2. Выбирает методологию и технологию для моделирования процессов и систем в прикладной области.

ИПК-2.3. Разрабатывает предложения по формированию системы управления проектами в области ИТ и осуществляет их реализацию.

**Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций**

ИПК-2.1. Демонстрирует знание основных методов формирования системы управления проектами в области ИТ.

**Знать:**

31. Основные понятия теории моделирования, классификацию моделей и области их использования, задачи моделирования.

32. Методы моделирования и анализа систем.

**Уметь:**

У1.1. Обоснованно выбирать метод моделирования.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Применения методов и приемов работы в среде имитационного моделирования AnyLogic.

ИПК-2.2. Выбирает методологию и технологию для моделирования процессов и систем в прикладной области

**Знать:**

31. Методологию и технологию компьютерного моделирования систем, вычислительных процессов и систем передачи данных.

32. Модели систем массового обслуживания.

**Уметь:**

У1. Интерпретировать и анализировать результаты моделирования. планировать вычислительные эксперименты с моделями систем.

У2. Обработать результаты моделирования.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Применения основных критериев оценки полученных результатов моделирования

ИПК-2.3. Разрабатывает предложения по формированию системы управления проектами в области ИТ и осуществляет их реализацию

**Знать:**

31. Принципы построения моделей.

32. Основные современные парадигмы имитационного моделирования.

**Уметь:**

У1. Строить адекватную модель системы или процесса с использованием современных компьютерных средств.

**Иметь опыт практической подготовки:**

ПП1. Применения интерпретации и анализа результатов моделирования.

### 3.2 Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий, лабораторных и практических занятий.  
Разработка курсовой работы. Экзамен.

## 4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы.

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	5	180
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		40
В том числе:		
Лекции		10
Практические занятия (ПЗ)		10

Лабораторный работы (ЛР)		20
Семинары (С)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		140
В том числе:		
Курсовая работа		20
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям		48
Контроль текущий и промежуточный (курсовая работа, экзамен)		56
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		16

### 5. Структура и содержание дисциплины.

Структура и содержание дисциплины построены по модульно-блочному принципу. Под модулем дисциплины понимается укрупненная логико-понятийная тема, характеризующаяся общностью использованного понятийно-терминологического аппарата.

#### 5.1. Структура дисциплины.

**Таблица 2.** Модули (разделы) дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы.

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Модели сложных систем	13	1			8+(4)
2	Методологические основы применения метода имитационного моделирования	20	2		6	8+(4)
3	Технология имитационного моделирования	19	1			12+(6)
4	Разработка модели системы	46	2		14	24+(6)
5	Модели систем массового обслуживания	19	1			14+(4)
6	Организация имитационного моделирования систем	32	1	5		22+(4)
7	Инструментальная система моделирования AnyLogic	31	2	5		16+(8)
Всего на дисциплину (курс) «Моделирование процессов и систем»		180	10	10	20	104+(36) экз.

## **5.2. Содержание учебно-образовательных модулей.**

### **МОДУЛЬ 1. «МОДЕЛИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ»:**

Принципы системного подхода в моделировании систем и процессов. Объект моделирования. Подходы к исследованию систем. Стадии разработки моделей. Общая характеристика проблемы моделирования систем. Экспериментальные исследования систем. Характеристики моделей систем. Цели моделирования систем. Классификация видов моделирования систем. Математическое моделирование. Комбинированное моделирование систем.

### **МОДУЛЬ 2. «МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ»:**

Составляющие имитационных моделей (компоненты; переменные; параметры; функциональные зависимости; ограничения; целевые функции). Схема моделирования функциональных действий. Представления времени. Способы организации квазипараллелизма. Способ просмотра активностей. Составление расписания событий. Транзактный способ организации квазипараллелизма. Процессный подход. Структура типовой имитационной модели с календарем событий. Механизмы управления системным временем. Специализированные программные средства, ориентированные на данный способ организации квазипараллелизма.

### **МОДУЛЬ 3. «ТЕХНОЛОГИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ»:**

Реальное, модельное и машинное времена. Механизмы продвижения модельного времени. Принцип dt. Принцип dz. Основные подходы к построению математических моделей систем. Математические модели. Непрерывно детерминированные модели (Д - схемы). Дискретно – детерминированные модели (F-схемы). Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы). Автоматы Мили и Мура. Этапы моделирования. Общая технологическая схема. Взаимосвязи технологических этапов моделирования. Инструменты имитационного моделирования.

Применение типовых математических схем.

### **МОДУЛЬ 4. «РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СИСТЕМЫ»:**

Процедурно-технологическая структура построения и исследования моделей сложных систем. Целевое назначение моделей, требования к моделям. Построение концептуальных моделей сложных систем. Элементы, параметры и переменные модели, функции критерия. Анализ (декомпозиция) и синтез (композиция) сложной системы. Границы системы, уровень детализации. Генерирование альтернатив. Формулировка проблемы, определение целей моделирования. Разработка концептуальной модели объекта моделирования. Формализация имитационной модели. Концепции формализации сложных систем.

Применение элементов системотехнического анализа для разработки концептуальной модели объекта.

### **МОДУЛЬ 5. «МОДЕЛИ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ»:**

Методы теории массового обслуживания. Обобщённая структура СМО. Моделирование по схеме Марковских случайных процессов. Классификация Марковских процессов. Расчет Марковской цепи с дискретным временем. Марковские цепи с непрерывным временем. Уравнения Колмогорова. Правила составления уравнений Колмогорова. Задачи теории массового обслуживания. Классификация СМО и их основные характеристики. Элементы СМО, краткая характеристика. Каналы (приборы) обслуживания. Моделирование СМО в классе непрерывных Марковских процессов. Применение положений теории массового обслуживания для формализации предметной области.

### **МОДУЛЬ 6. «ОРГАНИЗАЦИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ»:**

Основы теории планирования экспериментов. Основные понятия; структурная, функциональная и экспериментальная модели. Методы определения характеристик моделируемых систем. Расчёт математического ожидания и дисперсии выходной характеристики. Расчёт среднего по времени значения выходной характеристики.

Построение гистограммы для стационарной системы. План однофакторного эксперимента и процедуры обработки результатов эксперимента. Факторный анализ, полный и дробный факторный эксперимент и математическая модель. Основные классы планов, применяемые в вычислительном эксперименте. Последовательное планирование машинного эксперимента. Методология анализа поверхности отклика.

Испытание и исследование свойств имитационной модели (верификация, проверка адекватности модели; оценка чувствительности, устойчивости, точности результатов моделирования).

### **МОДУЛЬ 7. «ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ AnyLogic»**

Назначение и классификация языков и систем моделирования, их основные характеристики. Инструментальные и технологические возможности современных систем моделирования. Интерфейс и основные команды среды моделирования AnyLogic. Общие сведения о среде моделирования AnyLogic. Моделирование систем с дискретными событиями. Системная динамика. Динамические системы. Агентное моделирование. Этапы имитационного моделирования в AnyLogic. Основные концепции, реализуемые AnyLogic. Объекты Enterprise Library. Иерархические модели и повторно используемые модельные компоненты.

Конструирование модели в AnyLogic с помощью шаблонов.

### 5.3. Лабораторные работы

Таблица 3. Лабораторные работы и их трудоемкость

№ пп.	Учебно - образовательный модуль. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
1.	<b>Модуль 2</b> <b>Цель:</b> Знакомство с методологическими основами применения метода имитационного моделирования.	Составляющие имитационной модели	3
		Ознакомление со средой имитационного моделирования <b>AnyLogic</b> .	3
2.	<b>Модуль 4</b> <b>Цель:</b> Приобретение навыков определения последовательности и способов разработки модели системы.	Правила и способы реализации машинной модели	4
		Модели СМО с отказами и очередью	5
		Порядок построения модели системы в среде <b>AnyLogic</b>	5

### 5.4. Практические занятия.

Таблица 4. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

№ пп.	Модули. Цели практических занятий	Наименование практических занятий	Трудоемкость в часах
1.	<b>Модуль 6</b> <b>Цель:</b> Приобретение навыков разработки дискретно-событийных моделей на базе AnyLogic.	Средства <b>AnyLogic</b> для разработки дискретно-событийных моделей. Библиотека Enterprise Library.	5
2.	<b>Модуль 7</b> <b>Цель:</b> Применение методов системной динамики и агентного моделирования для разработки моделей	Моделирование конвейерных вычислительных структур на основе среды <b>AnyLogic</b> .	5

### 5.5. Практикумы, тренинги, деловые и ролевые игры.

Учебным планом не предусмотрены.

#### 1. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости.

##### 6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

## **6.2. Организация и содержание самостоятельной работы**

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторным занятиям, к текущему контролю успеваемости и зачету.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдается задание на лабораторные занятия.

Каждому студенту для проектирования и разработки выдается индивидуальное задание: программное средство AnyLogic, информационная задача по проведению моделирования процессов и систем (цех конвейерного типа предприятия, обслуживание клиентов в банке, перевозки и т.п.) требования к результатам ее решения и контрольный пример.

Работа состоит из 4 заданий, соответствующих модулям 1-7, оформляется на листах формата А4.

Максимальная оценка за выполненную работу – 10 баллов, в т.ч. 5 баллов – за оформительскую часть, 5 баллов – за устный ответ на вопросы по содержанию работы.

В рамках дисциплины выполняется 2 лабораторных работы и 2 практических занятия, выполняемых с использованием программного средства AnyLogic, которые защищаются посредством тестирования или устным опросом (по желанию обучающегося). Максимальная оценка за каждое выполненное задание – 5 баллов, минимальная – 3 балла. Выполнение всех заданий обязательно.

При отрицательных результатах по формам текущего контроля и (или) наличии пропусков преподаватель проводит с обучающимся индивидуальную работу по ликвидации задолженности.

Текущий контроль успеваемости осуществляется с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки текущей успеваемости обучающихся в соответствии с СТО СМК 02.102-2012.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### **7.1. Основная литература по дисциплине**

1. Дреус, Ю.Г. Имитационное моделирование : учебное пособие для вузов / Ю.Г. Дреус, В.В. Золотарёв. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-534-11385-3. - URL: <https://urait.ru/bcode/495094>. - (ID=134530-0)

2. Котлинский, С.В. Разработка моделей систем на базе современных методов и сред моделирования : учеб. пособие для вузов по специальности "Информационные системы и технологии" : в составе учебно-методического комплекса. Ч. 1 : Современные методы моделирования / С.В. Котлинский, А.Ю. Ключин; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0621-6 : 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/118731>. - (ID=118731-1)

3. Котлинский, С.В. Разработка моделей систем на базе современных методов и сред моделирования : учеб. пособие. Ч. 1 : Современные методы

моделирования / С.В. Котлинский, А.Ю. Ключин; Тверск. гос. техн. ун-т, Каф ИС. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - 124 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0621-6 : 83 р. 90 к. - (ID=90955-75)

4. Котлинский, С.В. Разработка моделей систем на базе современных методов и сред моделирования : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса. Ч. 2 : Современные среды моделирования / С.В. Котлинский, А.Ю. Ключин; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2012. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0621-6 : 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/118732>. - (ID=118732-1)

5. Котлинский, С.В. Разработка моделей систем на базе современных методов и сред моделирования : учеб. пособие. Ч. 2 : Современные среды моделирования / С.В. Котлинский, А.Ю. Ключин; Тверск. гос. техн. ун-т, Каф ИС. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2012. - 168 с. : ил. - Сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0637-7 : [б. ц.]. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/95848>. - (ID=95848-76)

6. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 343 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3916-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488217> . - (ID=94131-0)

## 7.2. Дополнительная литература

1. Алгазинов, Э.К. Анализ и компьютерное моделирование информационных процессов и систем : учеб. пособие для вузов по спец. 080801 "Прикл. информатика" и др. междисциплинарным спец. / Э.К. Алгазинов, А.А. Сирота; под общ. ред. А.А. Сироты. - М. : ДИАЛОГ-МИФИ, 2009. - 415 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-86404-233-5 : 359 р. 10 к. - (ID=78561-2)

2. Боев, В.Д. Компьютерное моделирование : учебное пособие / В.Д. Боев. - 3-е изд. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) : Ай Пи Ар Медиа, 2021. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-4497-0888-5. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/102015.html>. - (ID=146062-0)

3. Боев, В.Д. Концептуальное проектирование систем в AnyLogic и GPSS World : учебное пособие / В.Д. Боев. - 3-е изд. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ) : Ай Пи Ар Медиа, 2021. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-4497-0858-8. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/102016.html> . - (ID=145932-0)

4. Введение в математическое моделирование : учеб. пособие для вузов : в составе учебно-методического комплекса / В.Н. Ашихмин [и др.]; под ред. П.В. Трусова. - Москва : Интернет Инжиниринг, 2000. - 332 с. : ил. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 5-89594-042-0 : 70 р. - (ID=6988-18)

5. Морозов, В.К. Моделирование информационных и динамических систем : учеб. пособие для вузов по напр. подготовки "Автоматизация и управление" / В.К. Морозов, Г.Н. Рогачев. - М. : Академия, 2011. - 377 с. - (Высшее профессиональное

образование. Автоматизация и управление). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-4221-2 : 479 р. 60 к. - (ID=74095-2)

6. Морозов, В.К. Моделирование процессов и систем : учеб. пособие для вузов по направ. подготовки бакалавров : в составе учебно-методического комплекса / В.К. Морозов, Г.Н. Рогачев. - 2-е изд. ; перераб. - Москва : Академия, 2015. - 264 с. - (Высшее образование. Бакалавриат). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-4468-0694-2 : 834 р. 90 к. - (ID=110786-12)

### **7.3. Методические материалы**

1. Котлинский, С.В. Имитационное моделирование процессов и систем : конспект лекций : в составе учебно-методического комплекса / С.В. Котлинский; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - (УМК-Л). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/119016>. - (ID=119016-1)

2. Котлинский, С.В. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Имитационное моделирование процессов и систем" для направления 09.04.03 Прикладная информатика : в составе учебно-методического комплекса / С.В. Котлинский; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИС. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - (УМК-М). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/119015>. - (ID=119015-1)

3. Фонд оценочных средств по дисциплине "Имитационное моделирование процессов и систем" направления подготовки 09.04.03 Прикладная информатика. Профиль: Экономика : вопросы к зачету, задания для дополнительного контрольного испытания : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИС ; сост. С.В. Котлинский. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/118969>. - (ID=118969-1)

4. Гусева, Е.Н. Имитационное моделирование экономических процессов в среде Arena : учебно-методическое пособие для вузов по направлениям подготовки: 080801 – прикладная информатика в экономике, 080700 – бизнес-информатика / Е.Н. Гусева. - 2-е изд. ; стер. - Москва : Флинта, 2016. - ЭБС Университетская библиотека онлайн. - Текст : электронный. - ISBN 978-6-9765-1195-8. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=83541](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=83541). - (ID=113612-0)

5. Котлинский, С.В. Имитационное моделирование бизнес-процессов : конспект лекций для магистрантов направления 080800.68 "Прикладная информатика" : в составе учебно-методического комплекса / С.В. Котлинский; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ИС. - Тверь : ТвГТУ, 2011. - (УМК-Л). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - (ID=89619-1)

### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

## **7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление) : [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/117399>

## **8. Материально-техническое обеспечение.**

При изучении дисциплины оборудование учебного кабинета (для проведения лекционного курса и практических занятий): посадочные места по количеству обучающихся; рабочее место преподавателя; проекционное оборудование.

Для проведения практических занятий необходимы лаборатории с персональными компьютерами (наличие локальной вычислительной сети необязательно). На каждом компьютере должна быть установлена операционная система Windows XP Professional не ниже. Необходимое программное обеспечение: MS Word 2003 и выше, программное средство (пакет)AnyLogic.

## **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **9.1. Оценочные средства промежуточной аттестации в форме экзамена**

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;  
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

3. Вид экзамена – письменный экзамен.

4. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 10. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3.

Продолжительность экзамена – 60 минут.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Системный подход в моделировании систем.
2. Классификация видов моделирования систем.
3. Основные подходы к построению математических моделей систем.
4. Методы моделирования систем. Математическая модель системы.
5. Классификация математических моделей.
6. Методологические основы применения метода имитационного моделирования.
7. Составляющие имитационной модели.
8. Целевая функция. Схема моделирования функциональных действий.
9. Классификация имитационных моделей. Схемы реализации механизмов системного времени.
10. Способы организации квазипараллелизма при имитационном моделировании.
11. Структура типовой имитационной модели с календарём событий.
12. Механизмы продвижения модельного времени.
13. Алгоритмы моделирования (по принципу особых состояний и по приращению времени).
14. Требования, предъявляемые к математическим моделям.
15. Методы определения характеристик моделируемых систем.
16. Моделирование систем с использованием типовых математических схем. Q-схемы.
17. Основы организации имитационного моделирования (этапы, испытание, исследование свойств).
18. Классификация систем массового обслуживания. Потоки событий. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности состояний.
19. Порядок создания имитационных моделей на основе среды AnyLogic.
20. Характеристика основных библиотечных блоков среды AnyLogic.

При ответе на вопросы экзамена допускается использование справочными данными, ГОСТами, методическими указаниями по выполнению лабораторных работ в рамках данной дисциплины.

Пользование различными техническими устройствами не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

## **9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

Учебным планом зачет по дисциплине не предусмотрен.

## **9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы**

Учебным планом предусмотрена курсовая работа по дисциплине.

Курсовая работа не предполагает проектную деятельность. Её цель – углубление полученных теоретических знаний для их продуктивного использования в профессиональной деятельности. Курсовая работа носит исследовательский характер и позволяет оценить:

способность самостоятельно осмыслить проблему;

способность к подбору, изучению, обобщению и анализу информации по тематике работы;

владение формой научного исследования;

способность логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы;

умение пользоваться глобальными информационными ресурсами;

способность к содержательной презентации выполненной работы.

9.3.1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

9.3.2. Примерная тематика курсовых работ:

1. Моделирование и расчёт нагрузки на веб-сервер.

2. Моделирование локальной сети.

3. Модель пропускной способности двухкомпонентных систем.

4. Модель эффективной пересылки пакетов в СПД.

5. Модель обработки заданий на ЭВМ.

6. Модель организации эффективного размещения таблиц данных в КИС.

7. Модель обработки запросов сервером.

8. Модель функционирования направления связи.

9. Моделирование узла коммутации сообщений.

9.3.3. Перечень компетенций, формируемых в процессе выполнения курсовой работы:

способен разрабатывать предложения по формированию системы управления проектами в области ИТ и осуществлять их реализацию на разных стадиях жизненного цикла проекта (ПК-2)

Разделы расчетно-пояснительной записки курсовой работы по дисциплине «Имитационное моделирование процессов и систем»

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
1	Введение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
2	Характеристика исследуемого объекта	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
3	Результаты исследований	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
4	Выводы	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
5	Библиографический список	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 8 до 10;

«хорошо» – при сумме баллов от 6 до 7;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 3 до 5;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 3, а также при любой другой сумме, если раздел «3. Результаты исследований» имеет 0 баллов.

9.3.5. Методические материалы, определяющие процедуру выполнения и представления работы и технологию её оценивания.

Требования и методические указания по структуре, содержанию и выполнению работы, а также критерии оценки, оформлены в качестве отдельно выпущенного документа. В этом документе приведены также основные справочные сведения.

Дополнительные процедурные сведения:

а) требования к срокам выполнения этапов работы и представления её окончательного варианта руководителю содержатся в методических указаниях;

б) проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающегося достоинства и недостатки проекта и его оценку. Оценка проставляется в зачётную книжку обучающегося и ведомость для курсовых работ. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

в) работа не подлежит обязательному рецензированию.

В процессе выполнения обучающимся курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

Общий объём пояснительной записки к курсовой работе составляет от 20 до 30 страниц машинописного текста формата А4. Графическая часть проекта – три листа форматов А1 или А2 – конкретизируется руководителем.

#### **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.**

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки, которые опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры.

В учебном процесс внедрена субъект-субъектная педагогическая технология, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Студентов, изучающих дисциплину, обеспечены электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических заданий, а также всех видов самостоятельной работы.

#### **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний дисциплин, форма которых утверждена Положением о рабочих программ дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки магистров 09.04.03 Прикладная информатика  
Профиль – Экономика

Кафедра «Информационные системы»  
Дисциплина «Имитационное моделирование процессов и систем»  
Семестр 3

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Характеристики моделей систем. Цели моделирования систем. Классификация видов моделирования систем.**

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 1 балл:

**Реальное, модельное и машинное времена. Механизмы продвижения модельного времени. Принцип dt. Принцип dz. Реализовать в Any Logic модель процесса обслуживания клиентов в банке.**

3. Задание для проверки уровня «ВЛАДЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**Получить отчет по моделированию и интерпретировать результаты.**

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» - при сумме баллов 5;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. ИС \_\_\_\_\_ С.В. Котлинский

Заведующий кафедрой ИС: д.т.н., профессор \_\_\_\_\_ Б.В. Палюх