

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной
работе

_____ Э.Ю. Майкова
« _____ » _____ 20____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»

«Моделирование процессов и систем»

Направление подготовки бакалавров – 09.03.03 Прикладная информатика
Направленность (профиль) программы – Прикладная информатика в экономике
Типы задач профессиональной деятельности: организационно-управленческий;
проектный

Форма обучения – очная, заочная

Факультет информационных технологий
Кафедра «Информационные системы»

Тверь 2019

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров 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

«_____» _____ 2019 г., протокол № ____.

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 «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 образовательной программе

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания дисциплин «Математика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Теория систем и системный анализ».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем

для изучения дисциплин «Основы построения информационных систем», «Исследование операций и методы оптимизации».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине.

3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине.

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-6. Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования

Индикаторы компетенции, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-6.1. Использует методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета

экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Порядок формирования предмета исследований — системы понятий, отражающей существенные для моделирования характеристики объекта. Основные понятия теории исследования и моделирования, классификацию моделей и области их использования, задачи моделирования.

32. Концептуальные и методологические основы применения системного подхода при моделировании. Методы исследования, моделирования и анализа процессов и технологий.

Уметь:

У1. Применять методологические основы метода имитационного моделирования.

У2. Применять информационные технологии при моделировании процессов и систем.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий и лабораторных работ, самостоятельная работа под руководством преподавателя.

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	3	108
Аудиторные занятия (всего)		45
В том числе:		
Лекции		15
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		30
Самостоятельная работа (всего)		63
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к лабораторным занятиям		37
Контроль текущий и промежуточный (балльно-рейтинговый, зачет)		26
Практическая подготовка при		0

реализации дисциплины (всего)		
-------------------------------	--	--

5. Структура и содержание дисциплины.

5.1. Структура дисциплины.

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

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия (в т.ч. семинары)	Лаб. работы	Сам. работа
1	Модели сложных систем	4	2	-	-	2
2	Методологические основы применения метода имитационного моделирования	8	2	-	4	2
3	Технология имитационного моделирования	8	2	-	-	6
4	Разработка модели системы	23	2	-	6	15
5	Модели систем массового обслуживания	17	2	-	-	15
6	Организация имитационного моделирования систем	25	2	-	10	13
7	Инструментальная система моделирования AnyLogic	23	3	-	10	10
Всего на дисциплину (курс) «Моделирование процессов и систем»		108	15	-	30	63

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. Техника расчёта крутого восхождения. Математические методы в направленном вычислительном эксперименте. Стратегическое и тактическое планирование машинных экспериментов с моделями систем. 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. Лабораторный практикум

Таблица 3. Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ пп.	Учебно - образовательный модуль. Цели лабораторного практикума	Примерная тематика лабораторного практикума	Трудоемкость в часах
1.	Модуль 2 Цель: Знакомство с методологическими основами применения метода имитационного моделирования.	Составляющие имитационной модели.	2
		Ознакомление со средой имитационного моделирования AnyLogic.	2
2.	Модуль 4 Цель: Приобретение навыков определения последовательности и способов разработки модели системы.	Правила и способы реализации машинной модели.	2
		Модели СМО с отказами и очередью.	2
		Порядок построения модели системы в среде AnyLogic.	2
3.	Модуль 6 Цель: Приобретение навыков разработки дискретно-событийных моделей на базе AnyLogic.	Средства AnyLogic для разработки дискретно-событийных моделей. Библиотека Enterprise Library.	10
4.	Модуль 7 Цель: Применение методов системной динамики и агентного моделирования для разработки моделей	Моделирование конвейерных вычислительных структур на основе среды AnyLogic.	10

5.4. Практические и (или) семинарские занятия.

Учебным планом не предусмотрены.

6. 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, зачету.

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

В рамках дисциплины выполняется 7 лабораторных занятий с использованием программной среды **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.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Советов, Б.Я. Моделирование систем [Текст]: учебник для бакалавров по напр. "Информатика и вычислительная техника" и "Информационные системы / Советов, Б.Я., Яковлев, С.А. - М.: Юрайт, 2012. - 344 с. - (94350-6) (681.5; С56)

2. Котлинский, С.В. Разработка моделей систем на базе современных методов и сред моделирования [Текст]: учеб. пособие. Ч. 1 / Котлинский, С.В., Ключин, А.Ю. ; Тверск. гос. техн. ун-т, Каф ИС - Тверь: ТвГТУ, 2011. - 124 с. - (90955-72) (004; К73)

3. Котлинский, С.В. Разработка моделей систем на базе современных методов и сред моделирования [Электронный ресурс];[Текст]: учеб. пособие. Ч. 2 / Котлинский, С.В., Ключин, А.Ю. ; Тверск. гос. техн. ун-т, Каф ИС - Тверь: ТвГТУ, 2012. - 168 с. Сервер. - (95848-73) (004; К73)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Алгазинов, Э.К. Анализ и компьютерное моделирование информационных процессов и систем [Текст]: учеб. пособие для вузов по спец. 080801 "Прикл. информатика" и др. междисциплинарным спец. / Алгазинов, Э.К., Сирота, А.А. ; под общ. ред. А.А. Сироты - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2009. - 415 с. - (78561-2)

2. Бусленко, В.Н. Моделирования сложных систем - М.: Наука, 1978. - 399 с. - (50914-1) (621.5; Б92)

3. Морозов, В.К. Моделирование информационных и динамических систем [Текст]: учеб. пособие для вузов по напр. подготовки "Автоматизация и управление" / Морозов, В.К., Рогачев, Г.Н. - М.: Академия, 2011. - 377 с. - (74095-2) (681.5; А45)

4. Карпов, Ю. Заказ. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 390 с. - (87418-1) (681.5;К26)

5. Боев, В. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World [Текст]: учеб. пособие - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 348 с. - (57379-1) (681; Б75)

6. Введение в математическое моделирование: учеб. пособие для вузов / Ашихмин, В.Н., Бояршинов, М.Г., Гитман, М.Б., Келлер, И.Э., Наймарк, О.Б. ; под ред. П.В. Трусова - М.: Интернет Инжиниринг, 2000. - 332 с. - (6988-18) (519; В24)

7.3. Методические указания к лабораторным работам:

1. Котлинский, С.В. Разработка моделей систем на базе современных методов и сред моделирования [Электронный ресурс];[Текст]: учеб. пособие. Ч. 2 / Котлинский, С.В., Ключин, А.Ю. ; Тверск. гос. техн. ун-т, Каф ИС - Тверь: ТвГТУ, 2012. - 168 с. Сервер. - (95848-73) (004; К73)

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

1. Ресурсы: <http://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <http://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <http://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <http://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <http://elibrary.ru/>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/116864>

8. Материально-техническое обеспечение.

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

Для проведения лабораторных 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 **AnyLogic**.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачёта.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний обучающегося без дополнительных контрольных испытаний или с выполнением дополнительного итогового контрольного испытания при наличии задолженностей в текущем контроле.

3. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении), задание выполняется письменно;

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачета:

Критерии оценки и её значение для категории «знать»(бинарный критерий):

ниже базового – 0 баллов;

базовый уровень – 1 балл.

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

отсутствие умения – 0 баллов;

наличие умения – 1 балл.

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

отсутствие владения – 0 баллов;

наличие владения – 1 балл.

Критерии итоговой оценки за зачет:

“зачтено” – при сумме баллов 2 или 3;

“не зачтено” – при сумме баллов 0 или 1;

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания – 20.

Число вопросов - 3.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы или курсовой проект

Учебным планом курсовая работа (курсовой проект) по дисциплине не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

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

Студенты, изучающие дисциплину обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ и всех видов самостоятельной работы.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами. Форма протокола утверждена Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин, по образовательным программам, соответствующих ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов.

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

Направление подготовки бакалавров 09.03.02 Прикладная информатика
Направленность (профиль) – Прикладная информатика в экономике
Кафедра «Информационные системы»
Дисциплина «Моделирование процессов и систем»

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1

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

По разделу 1. Модели сложных систем

**Принципы системного подхода в моделировании систем и процессов.
Подходы к исследованию систем. Стадии разработки моделей**

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу 2. Методологические основы применения метода имитационного моделирования - 0 или 1 балл:

Применить AnyLogic для разработки концептуального проекта модели системы.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл:

Получить отчет по моделированию и интерпретировать результаты.

Критерии итоговой оценки за зачет:

Критерии итоговой оценки за зачет:

“зачтено” – при сумме баллов 2 или 3;

“не зачтено” – при сумме баллов 0 или 1;

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

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