

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА НИКОЛАЯ II"**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

26 июня 2019 г.


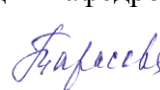
Кафедра «Инновационные технологии»

Автор Маслова Елена Владимировна

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Имитационное моделирование в управлении инновациями**

Направление подготовки:	<u>27.03.05 – Инноватика</u>
Профиль:	<u>Управление инновациями (по отраслям и сферам экономики)</u>
Квалификация выпускника:	<u>Бакалавр</u>
Форма обучения:	<u>очная</u>
Год начала подготовки	<u>2019</u>

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 10 25 июня 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p>Протокол № 1 24 июня 2019 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">В.Н. Тарасова</p>
--	--

Москва 2019 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является приобретение теоретических знаний и практических навыков по имитационному моделированию инновационных процессов и систем, изучение методов и приемов формализации и алгоритмизации, реализации на ЭВМ моделирующих алгоритмов исследуемых объектов и процессов в области инноватики. В ходе обучения студенты знакомятся с теорией и техникой разработки моделирующих алгоритмов, технологией планирования и проведения машинных имитационных экспериментов, обработки и анализа результатов моделирования и принятия на их основе управленческих и деловых решений.

Практические аспекты дисциплины связаны с работой в среде программной системы имитационного моделирования GPSS, системы имитационного моделирования производственных систем ARENA, системы моделирования бизнес - процессов ARIS. Эффективное функционирование современных организаций предполагает своевременное и гибкое реагирование на перемены во внешней окружающей среде и адаптация к переменам. Успешное внедрение организационных изменений (новшества и инновации в области новых товаров и услуги, новых стратегий и структур управления и т. д.) предполагает широкое внедрение современных CASE – технологий, концепции, методов и систем имитационного моделирования.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Имитационное моделирование в управлении инновациями" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Информационные технологии:**

Знания: - методы и приемы работы на персональном компьютере;- назначение основных пакетов прикладных программ- знать назначение средств коммуникационных технологий

Умения: -использовать персональный компьютер и пакеты прикладных программ для решения офисных задач.

Навыки: - технологиями работы с компьютером и средствами коммуникаций.

#### **2.1.2. Системный анализ и принятие решений:**

Знания: основные принципы и подходы системного анализа и принятия решений, применение их для формализованного описания проблемных ситуаций, построение математических моделей, постановка оптимизационных задач, программирование на ЭВМ и постановка машинных экспериментов с моделями, поиск и выработка и реализация предпочтительных решений проблемы;

Умения: разрабатывать формализованные модели анализа и принятия системных решений; применять модели систем массового обслуживания (СМО), марковских процессов и техники имитационного моделирования, других средств формализованного и неформального анализа и решения для поиска и обоснования оптимальных проектных, плановых и управленческих решений в управлении инновациями на основе формализованных и эвристических методов, пакетов прикладных программ, языков имитационного моделирования и др.

Навыки: навыками математического моделирования, планирования и проведения машинных экспериментов, сбора и анализа результатов, подготовки научных отчетов, построения сценариев развития, оценка и рекомендация к действию.

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

**3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ),  
СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ПКС-2 Способность организовывать и управлять инновационной экосистемой в реализации инновационного проекта	ПКС-2.2 Уметь решать основные задачи содействия инновационной деятельности такие как сертификация и стандартизация инновационной продукции, управление бизнесом наукоемких предприятий.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

3 зачетные единицы (108 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 8
Контактная работа	28	28,15
Аудиторные занятия (всего):	28	28
В том числе:		
лекции (Л)	14	14
практические (ПЗ) и семинарские (С)	14	14
Самостоятельная работа (всего)	80	80
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	108	108
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	3.0	3.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	ПК1	ПК1
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЗаО	ЗаО

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8	Раздел 1 Раздел 1. Вопросы методологии моделирования систем; понятийный аппарат курса Метод моделирования в системе наук, задачи инноватики. Классификация методов моделирования; Процесс ИМ, системы ИМ	2		2		10	14	
2	8	Раздел 2 Раздел 2. Математические схемы моделирования процес-сов и систем Детерминированный подход, непрерывные и дискретные схемы Стохатический подход, непрерывные и дискретные схемы и модели	2		2		15	19	
3	8	Раздел 3 Раздел 3. Процесс конструирования имитационных моделей Этапы разработки имитационных моделей Алгоритмизация и машинная реализация имитационных моделей Статистическое моделирование: концепция, алгоритмы и процедуры	2		2		15	19	ПК1

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	8	Раздел 4 Раздел 4. Программно-технические средства имитационного моделирования Языки имитационного моделирования, их сравнительная оценка Моделирующие системы, их структуры, функции, работа в среде	2		2		10	14	
5	8	Раздел 5 Раздел 5. Организация машинного эксперимента с моделями систем Задачи тактического планирования машинного эксперимента Задачи стратегического планирования машинного эксперимента	2		2		10	14	
6	8	Раздел 6 Раздел 6. Организация обработки и анализа результатов имитационного моделирования Оценка точности и достоверности результатов имитационного моделирования. Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования	2		2		10	14	
7	8	Раздел 7	2		2		10	14	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Раздел 7. Моделирование непрерывных и дискретных про- изводственных систем Моделирование непрерывных производственных систем Моделирование дискретных производственных систем							
8	8	Раздел 8 Дифференциальный зачет						0	ЗаО
9		Всего:	14		14		80	108	



#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия предусмотрены в объеме 14 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	8	Раздел 1. Вопросы методологии моделирования систем; понятийный аппарат курса	Лабораторная работа № 1. Изучение функциональных возможностей языков имитационного моделирования ARENA, GPSS, работа в их среде	2
2	8	Раздел 2. Математические схемы моделирования процессов и систем	Лабораторная работа № 2. Моделирование на ЭВМ случайных величин с заданными вероятностными характеристиками (системы ARENA, GPSS)	2
3	8	Раздел 3. Процесс конструирования имитационных моделей	Лабораторная работа № 3. Машинный эксперимент с имитационной моделью одноканальной СМО с отказами и без отказов, оценка характеристик	2
4	8	Раздел 4. Программно-технические средства имитационного моделирования	Лабораторная работа № 4. Машинный эксперимент с имитационной моделью многоканальной СМО с отказами и без отказов, оценка характеристик	2
5	8	Раздел 5. Организация машинного эксперимента с моделями систем	Лабораторная работа № 5. Машинный эксперимент с моделью СМО с обратной связью	2
6	8	Раздел 6. Организация обработки и анализа результатов имитационного моделирования	Лабораторная работа № 6. Имитация работы системы обслуживания с разделением времени	2
7	8	Раздел 7. Моделирование непрерывных и дискретных производственных систем	Лабораторная работа № 7. Разработка и исследование имитационной модели дискретных производственных процессов (программная среда – системы ARENA, GPSS)	2
ВСЕГО:				14 / 0

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Программа данного курса не предполагает выполнения курсовых работ.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Процесс обучения по дисциплине «Имитационное моделирование» осуществляется по лекционно-семинарской зачетной системе. Данная система дает возможность сконцентрировать материал в блоки и преподнести его как единое целое, а контроль проводить по предварительной подготовке обучающихся.

Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме с применением методов интерактивного обучения (представление слайдового материала, видео-уроков).

Лабораторные работы проводятся в аудитории, оборудованной программами продуктами необходимыми для создания имитационных моделей. 50 % проводимых лабораторных работы ведется в интерактивной форме. На примере на экране происходит наглядное представление создаваемой в рамках лабораторного курса работ и затем интерпретация учащимися.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	8	Раздел 1. Вопросы методологии моделирования систем; понятийный аппарат курса	Изучение роли аналитического и имитационного моделирования в современной системе наук. Теория познания и моделирование: методология и техника	10
2	8	Раздел 2. Математические схемы моделирования процес-сов и систем	Математические схемы моделирования систем: непрерывно- и дискретно - детерминированные, непрерывно- и дискретно – стохастические, марковские модели и процессы.	15
3	8	Раздел 3. Процесс конструирования имитационных моделей	Последовательность разработки и машинной реализации	15
4	8	Раздел 4. Программно-технические средства имитационного моделирования	Знакомство с программно-техническими средствами моделирования; универсальные языки и языки имитационного	10
5	8	Раздел 5. Организация машинного эксперимента с моделями систем	Реализация на ЭВМ концепции стратегического и тактического моделирования; функциональная и структурная модель, элементы планирования эксперимента	10
6	8	Раздел 6. Организация обработки и анализа результатов имитационного моделирования	Изучение теорем теории вероятностей и математической статистики, с помощью которых проводится обработка, анализ и интерпретация результатов моделирования	10
7	8	Раздел 7. Моделирование непрерывных и дискретных производственных систем	Применение современных средств структурного анализа и проектирования (SADT- технологии) моделирования систем и их компонентов; разработка и реализация моделирующих алгоритмов дискретных и непрерывных	10
ВСЕГО:				80

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Имитационное моделирование	Емельянов В.В., Ясинский С.И.	Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баума-на, 2009 НТБ РУТ МИИТ	Все разделы
2	Моделирование систем.	Советов Б.Я., Яковлев С.А.	Высшая школа, 2005 НТБ РУТ МИИТ	Все разделы
3	Аналитическое и имитационное моделирование процессов и систем массового обслуживания	Саркисян Р.Е.	М.: МИИТ, 2008 НТБ РУТ МИИТ	Все разделы
4	Машинная имитация и эксперименты с моделями систем массового обслуживания в среде GPSS.	Саркисян Р.Е.	М.: МИИТ, 2006 НТБ РУТ МИИТ	Все разделы

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
-------	--------------	-----------	--------------------------------------	--

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.
2. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.
3. Поисковые системы: Yandex, Google.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Для проведения лекционных занятий необходима специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой.

Для проведения практических занятий необходимы компьютеры с рабочими местами в компьютерном классе.

## 10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET и INTRANET.
2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской, установленные программные продукты ARENA, GPSS, ANYLOGIC.

3. Компьютерный класс с кондиционером. Рабочие места студентов в компьютерном классе, подключённые к сетям INTERNET и INTRANET
4. Для проведения практических занятий: компьютерный класс; кондиционер; компьютеры с минимальными требованиями – Pentium 4, ОЗУ 4 ГБ, HDD 100 ГБ, USB 2.0.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения и задают основу при изучении курса.

Главная задача лекционного курса – сформировать у обучающихся системное представление об изучаемом предмете, обеспечить усвоение будущими специалистами основополагающего учебного материала, принципов и закономерностей развития соответствующей научно-практической области.

Выполнение лабораторных работ необходимо для полного освоения теоретическим курсом. Лабораторные работы помогают развить творческое мышление и искать нестандартные подходы к решению задач имитационного моделирования, более активному освоению учебного материала, являются важной предпосылкой формирования профессиональных качеств будущих специалистов.

Лабораторные работы предназначены для того, чтобы с помощью средств имитационного моделирования научиться строить модели и системы. Обучающийся должен знать, какие законы распределения использовать для того, чтобы получить работающую имитационную модель.

При подготовке к зачету, необходимо полностью владеть лекционным материалом, отвечать на вопросы, представленные в разделе (6.3. Перечень вопросов к зачету).

### **ПОДРОБНАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА «ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

#### **1. Вопросы методологии, понятийный аппарат курса**

Место моделей и моделирования в проблематике управления инновационными процессами и инновационной деятельностью современных организаций. Применение методов моделирования в решении системных задач, связанных с проектированием, созданием, эксплуатацией и совершенствованием систем и их компонентов.

Моделирование и научное познание. Связь моделирования с дисциплинами специальности.

Определение модели и моделирования. Основные классы моделей: физические и математические, аналитические и имитационные модели, имитационная система и имитационный эксперимент. Основные функции имитационного моделирования. Процесс имитационного моделирования и его компоненты. Точность и адекватность имитации процесса функционирования систем и процессов. Пути разрешения компромисса между простотой и точностью имитационной модели. Сущность методов статистического моделирования и статистического испытания.

Основные элементы теории систем. Понятие системы, естественные и искусственные системы, открытые и замкнутые системы, детерминированные и стохастические системы, непрерывные и дискретные системы. Задачи анализа и синтеза систем. Основные принципы системного анализа: физичности, моделируемости, целенаправленности и их постулаты. Представление систем в виде отношений, отображений, функций, процессов и логических схем. Элементы теории подобия, изоморфизм и гомоморфизм в формализованном описании систем и процессов в них.

#### **2. Математические схемы моделирования систем**

Основные подходы к построению имитационных моделей систем. Локализация и структуризация систем и их компонентов. Экзогенные и эндогенные переменные параметры и переменные. Схемы «вход – состояние – выход». Примеры описания

процесса функционирования систем в пространстве состояний.

Непрерывные и дискретные детерминированные подходы и модели; диф-ференциальные и интегральные уравнения и системы, модель дискретного авто-мата. Конечно-разностные схемы. Пути идентификации детерминированных мо-делей.

Непрерывные и дискретные стохастические подходы и модели. Интеграль-ные стохастические уравнения, вероятностные автоматы, цепи Маркова и мар-ковские процессы. Аналитические и имитационные модели систем массового об-служивания Экспериментально-статистические методы построения и оценки моделей статических и динамических систем. Общая схема идентификации и оценивания. Алгоритмы построения и оценки регрессионных моделей. Статистические крите-рии значимости оценок параметров.

### 3. Процесс конструирования имитационных моделей

Последовательность разработки и машинной реализации моделей систем. Построение концептуальной модели и ее формализация. Алгоритмизация модели и ее машинная реализация. Моделирующий алгоритм и искусство его построения. Логическое изображение моделирующих алгоритмов компонентов имитационной модели. Дискретно-событийное моделирование. Способы организации учета времени, событий и действий в имитационной модели. Сложность модели, моделирующего алгоритма и методы их оценки. Процесс получения результатов моделирования и их интерпретации.

Основные компоненты процесса статистического моделирования. Псевдо-случайные числа и программные средства их генерации и проверки. Конгруэнтные мультипликативные алгоритмы. Моделирующие алгоритмы случайных событий, дискретных и непрерывных величин, случайных процессов.

Понятия адекватности, валидности и верификации имитационных моделей. Пути и механизмы проверки модели «в первом приближении», точности исходных предположений, точности преобразований информации от входа к выходу.

### 5. Программно-технические средства моделирования

Анализ и выбор инструментальных средств имитационного моделирования. Языки общего назначения и языки имитационного моделирования. Основная архитектура языков моделирования. Сущность и сравнительная оценка непрерывных, дискретных, событийных и процессно-ориентированных языков моделирования (MIMIC, ANYLIGIC DINAMO, GASP, SIMULA, SIMSCRIPT, GPSS, BOSS, СЛЭНГ, НЕДИС, АРГОН и др.). Структура и функциональные возможности системы имитационного моде-лирования общего назначения GPSS, среда имитационного моделирования ARENA, система моделирования бизнес - процессов ARIS.

Цифровые, аналоговые и гибридные моделирующие комплексы. Диалого-вый интерфейс, базы и банки данных и знаний моделирования систем. Основные модели представления знаний в интеллектуальных системах (экспертные системы, системы поддержки принятия решений) для моделирования сложных процессов и систем. Проблемы и перспективы имитационного моделирования.

### 6. Организация машинного эксперимента с моделями систем

Сущность планирования машинного эксперимента с моделью систем. Зада-чи стратегического и тактического планирования. Структурная и функциональная модели эксперимента. Пути решения проблемы начальных условий, точности и достоверности результатов, уменьшения дисперсии оценок моделируемых харак-теристик. Действенные правила остановки имитационного эксперимента.

### 7. Организация и обработки и анализа результатов моделирования

Особенности фиксации и статистической обработки результатов машинного моделирования. Применение теорем Бернулли, Пуассона, Чебышева и Маркова, а также центральной предельной теоремы в обработке и оценке статистических данных. Рабочие формулы и моделирующие алгоритмы для расчета оценок средних значений и дисперсий,

корреляционных отношений, параметров связей и уравнений. Алгоритмы и процедуры оценки устойчивости и достоверности результатом моделирования, проверки статистических гипотез.

8. Примеры разработки и реализации имитационных моделей непрерывных и дискретных производственных систем

- \* Разработка имитационных моделей открытых и замкнутых систем массового обслуживания в среде имитационной системы GPSS;

- \* Моделирование дискретных и непрерывных производственных процессов в среде ARENA. Применение пакета программ;

- \* ARIS для разработки имитационных моделей бизнес – процессов и проведения машинных экспериментов с ними.