



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора

А.В. Троицкий

«__» _____ 2023 г.

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ***

КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И СТАНДАРТИЗАЦИИ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ
«ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В УПРАВЛЕНИИ
КАЧЕСТВОМ»**

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством

Профиль: Управление качеством в машиностроении

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королев
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Автор: Юров В.М. Рабочая программа дисциплины: «Имитационное моделирование в управлении качеством» – Королев МО: «Технологический университет», 2023

Рецензент: к.т.н., доц. Воейко О.А.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 27.03.02 Управление качеством и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета.

Протокол № 9 от 11.04.2023г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Воейко О.А. к.т.н., доцент 	Воейко О.А. к.т.н., доцент		
Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 11 от 28.03.2023			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО  Ю.С. Попова к.э.н.

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переподтверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью изучения дисциплины «Имитационное моделирование в управлении качеством» является базовая инженерная подготовка студента по разработке имитационных моделей функционирования процессов.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

Универсальные компетенции:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Профессиональные компетенции:

ПК-1 Способен контролировать качество изготовления продукции на любой стадии производства.

ПК-2 Способен анализировать информацию, полученную на различных этапах производства продукции, работ (услуг) по показателям качества.

ПК-6 Способен проводить испытания новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг.

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение методов моделирования функционирования физических объектов и процессов;
- изучение приемов анализа и синтеза процессов;
- развитие у студентов навыков создания программ имитационного моделирования процессов;

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Трудовые действия:

- Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие.
- Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи.
- Анализирует пути решения проблем мировоззренческого, нравственного и личностного характера на основе использования основных философских идей и категорий в их историческом развитии и социально-культурном контексте.
- Владеть методиками статистической обработки результатов измерений и контроля.
- Владеть навыками составления отчетов по показателям качества, характеризующих разрабатываемую и выпускаемую продукцию, работы (услуги).
- Владеть навыками выполнения испытаний при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации.

Необходимые умения:

- Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов.
- Уметь разрабатывать новые методики контроля и испытаний продукции на всех стадиях жизненного цикла.
- Уметь собирать и обрабатывать данные по показателям качества, характеризующих разрабатываемую и выпускаемую продукцию, работы (услуги) для различных этапов жизненного цикла изделий.
- Уметь разрабатывать методы и способы контроля качества новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг.

Необходимые знания:

- При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы, в том числе с применением философского понятийного аппарата.
- Знать нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции и измерений на всех стадиях жизненного цикла продукции (работ, услуг).
- Знать актуальную нормативную документацию в области управления качеством при проектировании продукции (оказании услуг).
- Знать методики и подходы выполнения испытания новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг, а также выполнять статистическую обработку результатов измерений и контроля.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Имитационное моделирование в управлении качеством» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений основной программы по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством.

Дисциплина реализуется кафедрой управления качеством и стандартизации.

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах «Введение в профессию», «Информатика» и «Информационное обеспечение, базы данных» и компетенциях УК-1, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7, ПК-1, ПК-4.

Знания, полученные при освоении данной дисциплины, являются базовыми при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для обучающихся очной и заочных форм обучения составляет **5** зачетные единицы, **180** часов.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр ...	Семестр ...	Семестр 7	Семестр ...
Общая трудоемкость	180			180	
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	48			48	
Лекции (Л)	16			16	
Практические занятия (ПЗ)	40			40	
Лабораторные работы (ЛР)	8			8	
Практическая подготовка	8			8	
Самостоятельная работа	116			116	
Курсовые работы (проекты)	-			-	
Расчетно-графические работы	-			-	
Контрольная работа, домашнее задание	К.Р.			+	
Текущий контроль знаний (7 - 8, 15 - 16 недели)	Тест			+	
Вид итогового контроля	зачет/экзамен			экзамен	
Виды занятий	Всего часов	Курс ...	Курс ...	Курс 5	Курс ...
ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	16			16	
Лекции (Л)	8			8	
Практические занятия (ПЗ)	8			8	
Лабораторные работы (ЛР)	4			4	
Практическая подготовка	4			4	
Самостоятельная работа	160			160	
Курсовые работы (проекты)	-			-	
Расчетно-графические работы	-			-	
Контрольная работа, домашнее задание	К.Р.			+	
Текущий контроль знаний (7 - 8, 15 - 16 недели)	Тест			-	
Вид итогового контроля	зачет/экзамен			экзамен	

4. Содержание дисциплины

4.1 Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час.	Практические занятия, час	Лабораторные работы, час	Занятия в интерактивной форме, час	Практическая подготовка, час очное/заочное	Код компетенций
Тема 1. Введение. Основные понятия математического моделирования	2/1	4/-	-/-	1/0,5	-/-	УК-1 ПК-2
Тема 2. Компьютерное имитационное моделирование. Статистическое имитационное моделирование	2/1	4/-	-/-	1/0,5	-/-	УК-1 ПК-2
Тема 3. Excel как средство реализации имитационных моделей	2/1	8/2	-/-	2/1	2/1	УК-1 ПК-2 ПК-4 ПК-6
Тема 4. Основные типы распределений случайных величин, применяемые в имитационном моделировании.	2/1	4/1	-/-	1/0,5	1/1	УК-1 ПК-2
Тема 5. Моделирование случайных входов в имитационную модель	2/1	4/1	-/-	1/0,5	1/-	УК-1 ПК-2
Тема 6. Разработка имитационных моделей информационных систем качества с использованием средств Excel	2/1	12/3	4/2	5/1	2/1	УК-1 ПК-2 ПК-4 ПК-6
Тема 7. Испытание и исследование свойств имитационной модели	2/1	4/1	4/2	1/-	2/1	УК-1 ПК-2 ПК-4 ПК-6
Тема 8. Специализированные программы имитационного моделирования	2/1	-/-	-/-	-/-	-/-	УК-1 ПК-2
Итого очное/заочное	16/8	40/8	8/4	12/4	8/4	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Введение. Основные понятия и основы математического моделирования

Понятие модели и моделирования. Классификация моделей и моделирования. Целевое назначение математических моделей. Виды математических моделей: аналитические и имитационные модели. Экономико-математические модели. Целевое назначение и виды ЭММ. Состав экономико-математических моделей. Принципы построения экономико-математических моделей

Тема 2. Компьютерное имитационное моделирование. Статистическое имитационное моделирование

Границы возможностей классических математических моделей. Компьютерное моделирование как новый метод научных исследований. Классификация моделей имитационного моделирования. Метод Монте-Карло как математическая основа имитационного моделирования. Получение (генерирования) на ЭВМ случайных равномерно распределенных числовых последовательностей.

Порядок построения имитационной модели и ее исследования. Принципы построения имитационных моделирующих алгоритмов.

Планирование компьютерного эксперимента. Организация компьютерного эксперимента.

Тема 3. Excel как средство реализации имитационных моделей

Возможности и ограничения использования пакета Excel для имитационного моделирования. Основные приемы работы с пакетом Excel. Основные используемые функции Excel. Моделирование случайных чисел и событий в Excel. Статистический анализ результатов имитации в Excel. Построение имитационной модели оценки риска проекта.

Тема 4. Основные типы распределений случайных величин, применяемые в имитационном моделировании

Случайные события, случайные величины. Функции распределения СВ. Закон равномерного распределения вероятностей. Показательный (экспоненциальный закон распределения). Нормальный закон распределения. Треугольный закон распределения.

Тема 5. Моделирование случайных входов в имитационную модель

Моделирование псевдослучайных чисел с заданным законом распределения. Аналитический метод формирования псевдослучайных чисел с заданным законом распределения (экспоненциальное и треугольное распределения). Метод композиций. Формирование значений случайной величины, распределённой по нормальному распределению.

Моделирование случайных чисел по экспериментальным данным. Нахождение вероятностных распределений по наблюдаемым данным.

Моделирование случайных входов с использованием средств Excel.

Тема 6. Разработка имитационных моделей информационных систем качества с использованием средств Excel

Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Одно и двухканальные системы массового обслуживания. Построение имитационных моделей систем массового обслуживания в Excel. Построение имитационных моделей систем управления запасами. Моделирование отказов технической системы. Определение показателей надежности.

Тема 7. Испытание и исследование свойств имитационной модели

Комплексный подход к тестированию имитационной модели. Проверка адекватности модели. Верификация имитационной модели. Валидация данных имитационной модели. Оценка точности результатов моделирования. Оценка устойчивости результатов моделирования. Анализ чувствительности имитационной модели.

Тема 8. Специализированные программы имитационного моделирования

Общая характеристика специализированных систем программирования, предназначенных специально для имитационного моделирования. Сравнительный анализ популярных пакетов программ имитационного моделирования: GPSS World, AnyLogic, Pilgrim. Назначение и возможности инструментальной среды AnyLogic. Знакомство с работой в среде AnyLogic.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

1. «Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)».
2. Электронный краткий конспект лекций.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Имитационное моделирование в управлении качеством» приведена в Приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Имитационное моделирование и системы управления / Б. И. Решмин ; Б.И. Решмин. - Москва-Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. - 74 с. - ISBN 978-5-9729-0120-3. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444174>.
2. Ларин, А. Н. Управление качеством на производстве и транспорте : учебное пособие / А.Н. Ларин, И.В. Ларина. - Москва|Берлин : Директ-

Медиа, 2019. - 166 с. : ил., схем., табл. - ISBN 978-5-4475-9984-3.
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499413>

3. Магер, Владимир Евстафьевич.
Управление качеством : Учебное пособие. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 176 с. - ISBN 978-5-16-004764-5. - Электронная программа (визуальная). Электронные данные : электронные.
URL: <http://znanium.com/go.php?id=1052442>

Дополнительная литература:

1. Моделирование систем: Подходы и методы / В. Н. Волкова [и др.] ; В.Н. Волкова; Г.В. Горелова; В.Н. Козлов; Ю.И. Лыпарь; Н.Б. Паклин. - Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2013. - 568 с. - ISBN 978-5-7422-4220-8.
URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=362986>
2. Управление инновациями и качеством : учебное пособие / Антипова Т.Н., Асташева Н.П., Горленко О.А., Исаев В. Г., Копылов О. А., Коновалова В. А., Жидкова Е. А., Строителев В. Н., Суслов А. Г. ; под. ред. Старцевой Т. Е. - М. : ФТА, 2013. - 300 с.
3. Елохов А.М. Управление качеством : учебное пособие / Елохов Александр Михайлович. - 2. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. - 336 с. - ISBN 978-5-16-010389-1.
URL: <http://znanium.com/go.php?id=486424>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://eur.ru/catalog/all-all.asp>– научно-образовательный портал.
2. <http://informika.ru/>– образовательный портал.
3. <http://www.biblioclub.ru>
4. <http://znanium.com>

См. также

Сетевое моделирование

Имитационное моделирование сложных систем

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся, по освоению дисциплины «Разработка информационных систем качества», приведены в Приложении 2.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: MS Office 2013.

Информационные справочные системы:

1. Ресурсы информационно-образовательной среды Технологического университета
2. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Разработка информационных систем качества».

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект презентаций/слайдов - демонстрационных материалов по разделам курса в Power Point.

Практические занятия:

- компьютерный класс с проектором для интерактивного обучения и проведения лекций в форме слайд-презентаций, оборудованный современными лицензионными программно-техническими средствами: операционная система MS Windows 7; офисные программы MS Office 2013;
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места обучающихся, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ***

КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И СТАНДАРТИЗАЦИИ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ**

**«ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В УПРАВЛЕНИИ
КАЧЕСТВОМ»**

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством

Профиль: Управление качеством в машиностроении

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королев
2023

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся должен:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	Темы 1-8	<ul style="list-style-type: none"> • Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. • Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи. • Анализирует пути решения проблем мировоззренческого, нравственного и личностного характера на основе использования основных философских идей и категорий в их историческом развитии и социально-культурном контексте 	Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов	При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы, в том числе с применением философского понятийного аппарата
2.	ПК-1	Способен контролировать качество изготовления продукции на любой стадии производства	Темы 1-8	Владеть методиками статистической обработки результатов измерений и контроля.	Уметь разрабатывать новые методики контроля и испытаний продукции на всех стадиях жиз-	Знать нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции и измерений на всех стадиях

					ненного цикла.	жизненного цикла продукции (работ, услуг)
3.	ПК-2	Способен анализировать информацию, полученную на различных этапах производства продукции, работ (услуг) по показателям качества	Темы 1-8	Владеть навыками составления отчетов по показателям качества, характеризующих разрабатываемую и выпускаемую продукцию, работы (услуги).	<ul style="list-style-type: none"> Уметь собирать и обрабатывать данные по показателям качества, характеризующих разрабатываемую и выпускаемую продукцию, работы (услуги) для различных этапов жизненного цикла изделий 	Знать актуальную нормативную документацию в области управления качеством при проектировании продукции (оказании услуг)
4	ПК-6	Способен проводить испытания новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг	Темы 1-8	Владеть навыками выполнения испытаний при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	Уметь разрабатывать методы и способы контроля качества новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг, а также выполнять статистическую обработку результатов измерений и контроля	Знать методики и подходы выполнения испытаний новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг, а также выполнять статистическую обработку результатов измерений и контроля

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструмент, оценивающий сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Критерии оценивания компетенции на различных этапах формирования и шкалы оценивания
УК-1 ПК-1	Выполнение практических заданий	А) полностью сформирована (компетен-	Проводится в письменной форме.

ПК-2 ПК-6		<p>ция освоена на высоком уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <p>компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла;</p> <p>компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла;</p> <p>В) не сформирована (компетенция не сформирована) – 2 и менее баллов</p>	<p>1. Выбор оптимального метода решения задачи (1 балл).</p> <p>2. Умение применить выбранный метод (1 балл).</p> <p>3. Логический ход решения правильный, но имеются арифметические ошибки в расчетах (1 балл).</p> <p>4. Решение задачи и получение правильного результата (2 балла).</p> <p>5. Задача не решена вообще (0 баллов).</p> <p>Максимальная оценка – 5 баллов.</p>
УК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-6	Тест	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 90% правильных ответов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> • компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 70% правильных ответов; • компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – от 51% правильных ответов; <p>В) не сформирована (<u>компетенция не сформирована</u>) – менее 50% правильных ответов</p>	<p>Например:</p> <p>Проводится письменно.</p> <p>Время, отведенное на процедуру - 30 минут.</p> <p>Неявка – 0 баллов.</p> <p>Критерии оценки определяются процентным соотношением.</p> <p>Неудовлетворительно – менее 50% правильных ответов.</p> <p>Удовлетворительно - от 51% правильных ответов.</p> <p>Хорошо - от 70%.</p> <p>Отлично – от 90%.</p> <p>Максимальная оценка – 5 баллов.</p>

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Практические задания

1. Моделирования простого события. Пусть имеется событие A , вероятность наступления которого равна $P_A=0,6$. Необходимо с помощью датчика случайных чисел в Excel смоделировать это событие.

2. Пусть имеется полная группа несовместных событий A_1, A_2 и A_3 с вероятностями P_1, P_2 и P_3 . При этом выполняется условие

$$\sum_{i=1}^k P_i = 1.$$

Необходимо разработать алгоритм моделирования полной группы несовместных событий и реализовать его в Excel.

3. Сгенерировать 100 значений непрерывной случайной величины, распределенной по показательному закону в диапазоне (0;1).

4. Сгенерировать 100 значений непрерывной случайной величины, распределенной по показательному закону в диапазоне (0,5; 2).

5. Сгенерировать 100 значений непрерывной случайной /величины y , распределенной по нормальному закону при известных значениях математического ожидания $M(y)=5$ и среднего квадратического отклонения $\sigma(y)=2$. При моделировании использовать инструмент «Генерация случайных чисел» надстройки «Анализ данных» Excel.

6. Известно количество поступающих в СМО заявок в единицу времени (λ):

Количество клиентов, прибывающих в час				
Процент часов	40	30	20	10

Используя эту информацию, сгенерировать входной поток заявок в СМО, состоящий из 100 заявок.

15. Известен интервал времени между поступившими заявками:

Время между двумя последовательными прибытиями (мин)	1	2-10	11-20	21-30	31-40	>40
Процент клиентов	5	20	20	30	10	15

Используя эту информацию, сгенерировать входной поток заявок в СМО, состоящий из 100 заявок.

16. Моделируется СМО с неограниченной длиной очереди, в которой интервал времени между поступившими заявками – случайная величина, имеющая равномерное распределение в интервале (1;10). Выполнить моделирование времени поступления заявок в СМО в течении рабочего дня (с 9.00 до 18.00).

17. Моделируется СМО с неограниченной длиной очереди с 1 узлом обслуживания, в которой интервал времени между поступившими заявками и время обслуживания заявок – случайная величина, имеющая равномерное распределение в интервале (1;12) и (1;10) минут соответственно. Выполнить моделирование времени начала обслуживания заявок в СМО в течении рабочего дня (с 9.00 до 18.00).

18. Моделируется СМО с неограниченной длиной очереди с 1 узлом обслуживания, в которой интервал времени между поступившими заявками и время обслуживания заявок – случайная величина, имеющая равномерное распределение в интервале (1;12) и (1;10) минут соответственно. Выполнить моделирование времени нахождения заявки в очереди в течении рабочего дня (с 9.00 до 18.00).

19. Выполнить моделирование 15 реализаций величины спроса на продукцию фирмы при следующие исходных данных: математическое ожидание спроса 40 шт.; СКО=10 шт. Размер спроса генерируется согласно способу моделирования случайной величины с нормальным законом распределения (полученное значение округляется).

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Разработка информационных систем качества» являются две текущие аттестации в виде тестов и заключительная аттестация в виде зачета в устной форме.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающих знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса	тестирование	УК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-6	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру - 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка - Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%.
Проводится в сроки, установленные графиком образовательного	тестирование	УК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-6	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру – 40 минут	Результаты тестирования предоставляются через неделю после проведения процедуры	

про- цесса						
Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса	Экзамен	УК-1 ПК-1 ПК-2 ПК-6	2 вопроса	Экзамен проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру –20 – 30 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	<p>Критерии оценки:</p> <p>«Отлично»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответ на вопросы билета. <p>«Хорошо»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответы на вопросы билета • неправильно решено практическое задание <p>«Удовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях;

					<p>«Неудовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание основных понятий предмета; • неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; • не отвечает на вопросы.
--	--	--	--	--	---

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся, согласно приказу «О внедрении новой балльно-рейтинговой системы контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся».

Тестовые задания

1. Математическое моделирование - это средство для
(Отметьте один правильный вариант ответа.)
поиска физической модели
изучения свойств реальных объектов в рамках поставленной задачи
упрощения поставленной задачи
2. Какая модель не является плодом человеческой мысли в общем случае?
(Отметьте один правильный вариант ответа.)
математическая
наглядная
физическая
знаковая
натурная
3. При анализе движения электронов в диодном промежутке было построено две математические модели: сперва написана программа, моделирующая взаимодействие частиц, затем выведено уравнение движения электронов из теоретических соображений. Какие математические модели были применены в данных случаях?
(Отметьте один правильный вариант ответа.)
две аналитические
две имитационные
вначале имитационная, затем аналитическая

сперва аналитическая, затем имитационная

4. Посмотрев на набор различных математических моделей, математик сформировал четыре общих утверждения для всех математических моделей. Какое из утверждений для произвольной математической модели верно?

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

все утверждения неверны

каждая модель имеет уравнение (систему уравнений) в явном виде

каждая модель не может при одном и том же входном параметре иметь несколько различных решений

каждая модель может быть решена численно

каждой модели соответствует реальный объект

5. Какое максимальное количество моделей одного объекта можно составить?

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

любое количество

1

3

7

6. Чем является функционал "X" в представлении математической модели в виде системы функционалов $\Phi_i(X, Y, Z, t) = 0$?

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

координатой времени

вектором входных переменных

вектором выходных переменных

вектором внешних воздействий

7. В зависимости от характера исследуемых реальных процессов и систем, на какие группы могут быть разделены математические модели?

(Ответ считается верным, если отмечены все правильные варианты ответов.)

стохастические

имитационные

непрерывные

детерминированные

8. Как называется модель, если между ней и реальным объектом, процессом или системой существует полное поэлементное соответствие?

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

стохастическая

гомоморфная

детерминированная

изоморфная

9. Какой из шагов построения математической модели сформулирован не верно?

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

выполнить обобщенный анализ реального объекта или процесса

выделить его наиболее существенные черты и свойства

выделить внутренние связи объекта, процесса или системы с помощью ограничений, уравнений, равенств, неравенств, логико-математических конструкций

10. Какой из шагов не входит в состав исследования объекта, процесса или системы и составления их математического описания при математическом моделировании, но является частью математического моделирования?

(Отметьте один правильный вариант ответа.)

построение алгоритма, моделирующего поведение объекта, процесса или системы

определение внешних связей и описание их с помощью ограничений, уравнений, равенств, неравенств, логико-математических конструкций

определение переменных, т.е. параметров, значения которых влияют на основные черты и свойства объекта

выделение наиболее существенных черт и свойств реального объекта или процесса

4.2. Вопросы, выносимые на экзамен

1. Понятие модели и моделирования.
2. Классификация моделей и моделирования.
3. Целевое назначение математических моделей.
4. Содержание математической модели.
5. Принципы построения математических моделей.
6. Процедура построения и реализации модели на ЭВМ.
7. Цели построения математических моделей.
8. Понятие имитационного моделирования. Особенности имитационных моделей.
9. Статистическое компьютерное моделирование как новый метод научных исследований.
10. Метод Монте-Карло как математическая основа имитационного моделирования.
11. Формализованная схема процесса имитационного моделирования.
12. Случайные события и случайные величины. Равновероятное распределение.
13. Нормальное распределение.
14. Задача генерации случайных чисел на ЭВМ с заданным законом распределения.
15. Псевдослучайные последовательности случайных чисел.
16. Методы генерации случайных чисел и область их применения.
17. Метод середины квадрата.
18. Планирование и организация компьютерного эксперимента.
19. Технология имитационного моделирования в Excel
20. Имитационное моделирование инвестиционных рисков.
21. Имитационное моделирование систем массового обслуживания.
22. Сравнительный анализ популярных пакетов программ имитационного моделирования: GPSS World, AnyLogic, Pilgrim.
23. Характеристика системы имитационного моделирования AnyLogic.

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ***

КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И СТАНДАРТИЗАЦИИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
« ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В УПРАВЛЕНИИ
КАЧЕСТВОМ »**

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством

Профиль: Управление качеством в машиностроении

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

1. Общие положения

Целью изучения дисциплины «Имитационное моделирование в управлении качеством» является базовая инженерная подготовка студента по разработке имитационных моделей функционирования процессов.

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение методов моделирования функционирования физических объектов и процессов;
- изучение приемов анализа и синтеза инновационных процессов;
- развитие у студентов навыков создания программ имитационного моделирования инновационных процессов;
- изучение основ моделирования с использованием среды Delphi.

2. Указания по проведению практических занятий

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: групповая дискуссия.

Тема и содержание практического занятия: Основные понятия и основы математического моделирования. Рассматриваемые вопросы:

Классификация моделей и моделирования. Целевое назначение математических моделей. Аналитические и имитационные модели. Экономико-математические модели. Целевое назначение и виды ЭММ. Состав экономико-математических моделей. Принципы построения экономико-математических моделей

Продолжительность занятия– 4/- ч.

Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: групповая дискуссия.

Тема и содержание практического занятия: Компьютерное имитационное моделирование. Статистическое имитационное моделирование Рассматриваемые вопросы:

Основные достоинства и недостатки имитационного моделирования. Метод Монте-Карло как математическая основа имитационного моделирования. Методика статистического моделирования Способы получения (генерирования) на ЭВМ случайных равномерно распределенных числовых последовательностей.

Порядок построения имитационной модели и ее исследования. Принципы построения имитационных моделирующих алгоритмов.

Планирование компьютерного эксперимента. Организация компьютерного эксперимента.

Продолжительность занятия– 4/- ч.

Практическое занятие 3.

Вид практического занятия: практическая работа в группах

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: Excel как средство реализации имитационных моделей.

Основные приемы работы с пакетом Excel. Основные используемые функции Excel. Моделирование случайных чисел и событий в Excel. Построение имитационной модели оценки риска проекта.

Продолжительность занятия– 4/1 ч.

Практическое занятие 4.

Вид практического занятия: практическая работа в группах

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: Статистическая обработка результатов моделирования в Excel.

Основные используемые функции Excel для статистической обработки данных. Статистический анализ данных с помощью надстройки Excel «Анализ данных». Статистическая обработка и анализ результатов имитационного моделирования риска проекта.

Продолжительность занятия– 4/1 ч.

Практическое занятие 5.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: групповая дискуссия, самостоятельное решение задач.

Тема и содержание практического занятия: Основные типы распределений случайных величин, применяемые в имитационном моделировании.

Рассматриваемые вопросы:

Случайные события, случайные величины. Функции распределения СВ. Свойства распределений случайных величин, применяемые в имитационном моделировании (закон равномерного распределения вероятностей, показательный, нормальный закон распределения, треугольный закон распределения).

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

Практическое занятие 6.

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: Моделирование случайных входов в имитационную модель с использованием средств Excel.

Рассматриваемые вопросы:

Решение практических задач по генерированию псевдослучайной последовательности случайных чисел с заданным законом распределения:

- Моделирование случайных входов с показательным распределением.
- Моделирование случайных входов с нормальным распределением.
- Моделирование случайных входов с усеченным нормальным распределением.

- Моделирование случайных входов с треугольным распределением. Продолжительность занятия – 4/1 ч.

Практическое занятие 6.

Вид практического занятия: практическая работа в группах

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: Имитационное моделирование систем массового обслуживания.

Рассматриваемые вопросы:

Основные элементы системы массового обслуживания. Имитационное моделирование систем массового обслуживания.

Построение имитационных моделей одно и двухканальные систем массового обслуживания в Excel.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

Практическое занятие 7.

Вид практического занятия: практическая работа в группах

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: Имитационное моделирование систем массового обслуживания.

Рассматриваемые вопросы:

Экспериментирование с построенными имитационными моделями.

Статистическая обработка результатов компьютерного эксперимента.

Определение показателей качества функционирования СМО.

Анализ полученных результатов.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

Практическое занятие 8.

Вид практического занятия: практическая работа в группах

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: Имитационное моделирование систем управления запасами.

Рассматриваемые вопросы:

Задачи управления запасами. Основные элементы системы управления запасами. Построение имитационных модели системы управления запасами со случайным спросом в Excel. Производственная модель управления запасами. .

Экспериментирование с построенными имитационными моделями.

Определение показателей качества функционирования СМО.

Анализ полученных результатов.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

Практическое занятие 9.

Вид практического занятия: практическая работа в группах

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: Моделирование отказов технической системы. Расчет вероятности безотказной работы.

Задание:

1. Построить имитационную модель для определения вероятности безотказной работы системы.

2. По результатам 500 реализаций модели (экспериментов) определить вероятность отказа системы и вероятность безотказной работы системы. Сделать вывод о степени надежности системы.

3. Для повышения вероятности безотказной работы, добавить в первоначальную схему дополнительные элементы методом дублирования.

4. Построить имитационную модель для определения вероятности безотказной работы полученной системы.

5. По результатам 500 реализаций модели (экспериментов) определить вероятность отказа системы и вероятность безотказной работы системы. Сделать вывод о степени надежности системы и эффективности дублирования ее элементов.

6. Оформить отчет по результатам работы.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

Практическое занятие 10.

Вид практического занятия: практическая работа в группах

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: **Испытание и исследование свойств имитационной модели.**

Рассматриваемые вопросы:

Проверка адекватности модели. Верификация имитационной модели. Валидация данных имитационной модели. Оценка точности результатов моделирования. Оценка устойчивости результатов моделирования. Анализ чувствительности имитационной модели.

Анализ полученных результатов.

Продолжительность занятия – 4/1 ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Лабораторная работа 1.

Вид: работа в группах

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: Моделирование отказов технической системы. Расчет вероятности безотказной работы.

Задание:

7. Построить имитационную модель для определения вероятности безотказной работы системы.

8. По результатам 500 реализаций модели (экспериментов) определить вероятность отказа системы и вероятность безотказной работы системы. Сделать вывод о степени надежности системы.

9. Для повышения вероятности безотказной работы, добавить в первоначальную схему дополнительные элементы методом дублирования.

10. Построить имитационную модель для определения вероятности безотказной работы полученной системы.

11. По результатам 500 реализаций модели (экспериментов) определить вероятность отказа системы и вероятность безотказной работы системы. Сделать вывод о степени надежности системы и эффективности дублирования ее элементов.

12. Оформить отчет по результатам работы.

Продолжительность занятия – 4/2 ч.

Лабораторная работа 2.

Вид: работа в группах

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: **Испытание и исследование свойств имитационной модели.**

Рассматриваемые вопросы:

Проверка адекватности модели. Верификация имитационной модели. Валидация данных имитационной модели. Оценка точности результатов моделирования. Оценка устойчивости результатов моделирования. Анализ чувствительности имитационной модели.

Анализ полученных результатов.

Продолжительность занятия– 4/2 ч.

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1	Основные понятия и основы математического моделирования	Самостоятельное изучение вопросов темы по заданию преподавателя. Подготовка к практическому занятию 1.
2	Компьютерное имитационное моделирование. Статистическое имитационное моделирование	Самостоятельное изучение вопросов темы по заданию преподавателя. Подготовка к практическому занятию 2.
3.	Excel как средство реализации имитационных моделей	Самостоятельное изучение вопросов темы по заданию преподавателя. Подготовка к практическим занятиям 3 и 4. Оформление отчета и подготовка к его защите.
4.	Основные типы распределений случайных величин, применяемые в имитационном моделировании.	Самостоятельное изучение вопросов темы по заданию преподавателя. Подготовка к к практическому занятию 5. Оформление отчета и подготовка к его защите
5.	Моделирование случайных входов в имитационную модель	Самостоятельное изучение вопросов темы по заданию преподавателя.

	тационную модель	Подготовка к практическому занятию 6. Оформление отчета и подготовка к его защите
6.	Разработка имитационных моделей информационных систем качества с использованием средств Excel	Самостоятельное изучение вопросов темы по заданию преподавателя. Подготовка к практическим занятиям 7 - 9. Оформление отчета и подготовка к его защите
7.	Испытание и исследование свойств имитационной модели	Самостоятельное изучение вопросов темы по заданию преподавателя. Подготовка к практическим занятиям 10. Оформление отчета и подготовка к его защите
8.	Специализированные программы имитационного моделирования	Самостоятельное изучение вопросов темы по заданию преподавателя.

5. Указания по проведению контрольных работ для студентов факультета заочного обучения

5.1. Требования к структуре.

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

5.2. Требования к содержанию (основной части).

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

3. Основная часть работы включает 2 - 4 вопроса, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).

5. Необходимо давать ссылки на используемую Вами литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

5.3. Требования к оформлению.

Объём контрольной работы – 10-15 страниц формата А 4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman).

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Имитационное моделирование и системы управления / Б. И. Решмин ; Б.И. Решмин. - Москва-Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. - 74 с. - ISBN 978-5-9729-0120-3. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444174>.
2. Ларин, А. Н. Управление качеством на производстве и транспорте : учебное пособие / А.Н. Ларин, И.В. Ларина. - Москва|Берлин : Директ-Медиа, 2019. - 166 с. : ил., схем., табл. - ISBN 978-5-4475-9984-3. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499413>
3. Магер, Владимир Евстафьевич. Управление качеством : Учебное пособие. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 176 с. - ISBN 978-5-16-004764-5. - Электронная программа (визуальная). Электронные данные : электронные. URL: <http://znanium.com/go.php?id=1052442>

Дополнительная литература:

1. Моделирование систем : Подходы и методы / В. Н. Волкова [и др.] ; В.Н. Волкова; Г.В. Горелова; В.Н. Козлов; Ю.И. Лыпарь; Н.Б. Паклин. - Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2013. - 568 с. - ISBN 978-5-7422-4220-8. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=362986>
2. Управление инновациями и качеством : учебное пособие / Антипова Т.Н., Асташева Н.П., Горленко О.А., Исаев В. Г., Копылов О. А., Коновалова В. А., Жидкова Е. А., Строителев В. Н., Суслов А. Г. ; под. ред. Старцевой Т. Е. - М. : ФТА, 2013. - 300 с.
3. Елохов, Александр Михайлович. Управление качеством : учебное пособие / Елохов Александр Михайлович. - 2. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. - 336 с. - ISBN 978-5-16-010389-1. URL: <http://znanium.com/go.php?id=486424>

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

5. <http://eup.ru/catalog/all-all.asp>– научно-образовательный портал.
 6. <http://informika.ru/>– образовательный портал.
 7. <http://www.biblioclub.ru>
 8. <http://znanium.com>
- См. также
Сетевое моделирование
Имитационное моделирование сложных систем

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: MS Office 2013.

Информационные справочные системы:

1. Ресурсы информационно-образовательной среды Университета
2. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине.