

Частное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИЙ
УПРАВЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ»

РАССМОТРЕНО И ОДОБРЕНО

УТВЕРЖДАЮ

На заседании кафедры
информационных технологий и
математики
Протокол № 9 от 25.05.2023 г.

Первый проректор
С.В. Авдашкевич
28.06.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина:	Б1.В.15 Имитационное моделирование
Направление подготовки:	09.03.03 Прикладная информатика
Направленность (профиль):	Прикладная информатика в экономике
Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Форма обучения:	очная, заочная
Разработчики:	Доктор технических наук, профессор Колесниченко С.В.

Санкт-Петербург
2023

1. Цели и задачи дисциплины:

Цель освоения дисциплины:

знакомство студентов с современными концепциями построения моделирующих систем, с основными приемами имитационного моделирования, встраиваемыми в общую процедуру преобразования информации от структурирования и формализации составляющих предметных областей до интерпретации обработанных данных и приобретенных знаний, связанных с описанием экономических процессов; знакомство с современными практическими подходами реализации процедуры имитационного моделирования, с этапами планирования имитационного эксперимента.

Задачи дисциплины:

- формализация составляющих предметной области информационных ресурсов и определенных для них экономических процессов;- выявление наиболее существенных свойств составляющих экономического процесса;- применение различных экономико-математических моделей для задач имитационного моделирования состояний экономического процесса;- поиск оптимальной стратегии управления ресурсами при решении задачи планирования имитационного компьютерного эксперимента.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы высшего образования

Планируемые результаты освоения ОП ВО (код и содержание компетенций)	Планируемые результаты обучения по ОП ВО (индикаторы достижения компетенций)	Примечание
ПК-5 Способен моделировать прикладные процессы и предметную область с применением цифровых технологий (бизнес)	ПК-5.1 Знает возможности типовой ИС; инструменты и методы моделирования бизнес-процессов организации; методики описания и моделирования бизнес-процессов, средства моделирования бизнес-процессов; основы теории систем и системного анализа; основы теории управления; основы управления взаимоотношениями с клиентами и заказчиками (CRM); предметная область автоматизации; программные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий организаций. ПК-5.2 Умеет анализировать исходную документацию; анализировать функциональные разрывы. ПК-5.3 Владеть навыками проведения анализа функциональных разрывов и корректировки на его основе существующей модели бизнес-процессов; моделирования бизнес-процессов в ИС; описания бизнес-процессов на основе исходных данных; сбора исходных данных у заказчика; согласования с заказчиком описания бизнес-процессов; согласования с заказчиком предлагаемых изменений; утверждения у заказчика описания бизнес-процессов; утверждения у заказчика предлагаемых изменений.	06.015 Профессиональный стандарт «Специалист по информационным системам»

Планируемые результаты обучения по ОП ВО (индикаторы достижения компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-5.1. Знает возможности типовой ИС; инструменты и методы моделирования бизнес-процессов организации; методики описания и моделирования бизнес-процессов, средства моделирования бизнес-процессов; основы теории систем и системного анализа; основы теории управления; основы управления взаимоотношениями с клиентами и заказчиками (CRM); предметная область автоматизации; программные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий организаций.	Знает инструменты и методы моделирования бизнес-процессов организации в части имитационного моделирования.
ПК-5.2. Умеет анализировать исходную документацию; анализировать функциональные разрывы.	Умеет анализировать исходную документацию; анализировать функциональные разрывы методами имитационного моделирования.
ПК-5.3. Владеть навыками проведения анализа функциональных разрывов и корректировки на его основе существующей модели бизнес-процессов; моделирования бизнес-процессов в ИС; описания бизнес-процессов на основе исходных данных; сбора исходных данных у заказчика; согласования с заказчиком описания бизнес-процессов; согласования с заказчиком предлагаемых изменений; утверждения у заказчика описания бизнес-процессов; утверждения у заказчика предлагаемых изменений.	Владеет навыками проведения анализа функциональных разрывов и корректировки на его основе существующей модели бизнес-процессов; моделирования бизнес-процессов в ИС; описания бизнес-процессов на основе исходных данных при помощи методов имитационного моделирования.

3. Содержание, объем дисциплины и формы проведения занятий

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Компетенции	Оценочные средства текущего контроля		
			ЗНАТЬ	УМЕТЬ	ВЛАДЕТЬ
			ПК-5.1	ПК-5.2	ПК-5.3
1	Разработка имитационной модели.	ПК-5	Доклад, сообщение/ Реферат №1 (10) Тестирование №1 (10)	Собеседование, опрос/ Контрольная работа №1 (10)	Деловая и (или) ролевая игра/Кейс-задача №1 (20)
2	Статистическое моделирование.	ПК-5	Тестирование №2 (10)	Собеседование, опрос/ Контрольная работа №2 (10)	Деловая и (или) ролевая игра/Кейс-задача №1 (20)
3	Имитационное моделирование систем массового обслуживания (СМО).	ПК-5	Доклад, сообщение/ Реферат №2 (10) Тестирование №3 (10)	Задача №10 (10)	Деловая и (или) ролевая игра/Кейс-задача №1 (20)
Количество баллов (100 баллов):			100		

Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, курсовая работа
<p>Тема 1: Разработка имитационной модели. Разработка имитационной модели. Математические предпосылки создания имитационной модели: потоки, задержки, процессы массового обслуживания, формула Поллачека-Хинчина. Использование современных ориентированных на знания информационных технологий в экономике. Особенности представления экономических процессов с помощью обобщенных реляционных форм. Роль и место модуля имитационного моделирования для описания экономического процесса.</p> <p>Практические занятия/самостоятельная работа:</p>

09.03.03 Прикладная информатика, направленность (профиль) "Прикладная информатика в экономике"
 Рабочая программа дисциплины
 Дисциплина: Б1.В.15 Имитационное моделирование
 Форма обучения: очная, заочная
 Разработана для приема 2019/2020, 2020/2021 учебного года
 Обновлено на 2023/2024 учебный год

Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, курсовая работа
<p>Основные этапы преобразования информации при описании экономических процессов. Методы и средства проектирования интеллектуальных информационных продуктов с использованием метода имитационного моделирования</p> <p>Лабораторная работа: -</p> <p>Тема 2: Статистическое моделирование. Основные понятия, разновидности имитационного моделирования. Метод Монте-Карло и проверка статистических гипотез. Критерии согласия при проверке гипотез о состоянии элементов обобщенной реляционной формы описания экономического процесса.</p> <p>Практические занятия/самостоятельная работа: Использование законов распределения случайных величин при имитации экономических процессов. Особенности построения и оценка достоверности регрессионных имитационных моделей параметров экономических процессов. Масштаб времени; датчики случайных величин.</p> <p>Лабораторная работа: -</p> <p>Тема 3: Имитационное моделирование систем массового обслуживания (СМО). Определение СМО. Основные характеристики. Классификация СМО. Показатели эффективности. Основные элементы. Понятие марковского случайного процесса. Цепи Маркова и СМО. Марковская цепь в «схеме гибели и размножения». Распределение Пуассона. Свойства простейшего потока. Показательное распределение времени обслуживания. Распределение Эрланга. СМО с отказами. Уравнения Эрланга. Установившейся режим обслуживания. Формулы Эрланга. Уравнения Колмогорова. Финальные вероятности и граф состояний СМО.</p> <p>Практические занятия/самостоятельная работа: Расчет показателя эффективности СМО по финальным вероятностям. Построение имитационных моделей СМО. Имитационное моделирование СМО в объектах экономики. Моделирование одноканальной СМО. Расчет показателей эффективности СМО на основе результатов ее имитационного моделирования. Моделирование многоканальных СМО. Статистическая обработка результатов имитационного моделирования и их сравнение с результатами аналитического моделирования.</p> <p>Лабораторная работа: -</p> <p>Курсовая работа: не предусмотрено учебным планом</p>

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 7
Аудиторные занятия (АЗ):	54	54
Лекционные занятия (Лек)	18	18
Лабораторные занятия (Лаб)	0	0
Практические занятия (Пр)	36	36
Самостоятельная работа студента (СР)	52	52
Курсовая работа	0	0
Другие виды самостоятельной работы*	52	52
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Контактная работа (КоР)	56	56
Форма промежуточной аттестации	0	Зачет
Подготовка к экзамену и сдача экзамена (СР, КоР)	0	0
Общая трудоемкость дисциплины, часы/ЗЕТ	108/3	108/3

* Подготовка к аудиторным занятиям, подготовка к зачету (при наличии)

№	Наименование темы дисциплины	Семестр/ Курс	Количество учебных часов				Практическая подготовка
			В том числе по видам аудиторных занятий			СР	
			Лек	Пр	Лаб		
1	Разработка имитационной модели.	7	6	12	0	20	12
2	Статистическое моделирование.	7	6	12	0	20	12
3	Имитационное моделирование систем массового обслуживания (СМО).	7	6	12	0	12	12
Итого:			18	36	0	52	36

* Практическая подготовка при реализации дисциплин организована путем проведения практических занятий и (или) выполнения лабораторных и (или) курсовых работ и предусматривает выполнение работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 8
Аудиторные занятия (АЗ):	10	10
Лекционные занятия (Лек)	4	4
Лабораторные занятия (Лаб)	0	0
Практические занятия (Пр)	6	6
Самостоятельная работа студента (СР)	89	89
Курсовая работа	0	0
Другие виды самостоятельной работы*	89	89
Контроль самостоятельной работы (КСР)	5	5
Контактная работа (КоР)	15	15
Форма промежуточной аттестации	0	Зачет
Подготовка к экзамену/зачету и сдача экзамена/зачета (СР, КоР)	4	4
Общая трудоемкость дисциплины, часы/ЗЕТ	108/3	108/3

* Подготовка к аудиторным занятиям

№	Наименование темы дисциплины	Семестр/ Курс	Количество учебных часов				СР	Практическая подготовка
			В том числе по видам аудиторных занятий					
			Лек	Пр	Лаб			
1	Разработка имитационной модели.	8	2	2	0	30	12	
2	Статистическое моделирование.	8	0	2	0	30	12	
3	Имитационное моделирование систем массового обслуживания (СМО).	8	2	2	0	29	12	
Итого:			4	6	0	89	36	

* Практическая подготовка при реализации дисциплин организована путем проведения практических занятий и (или) выполнения лабораторных и (или) курсовых работ и (или) путем выделения часов из часов, отведенных на самостоятельную работу, и предусматривает выполнение работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4. Способ реализации дисциплины

Без использования онлайн-курса.

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

Основная литература:

1. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. Учебник и практикум для вузов / Вьюненко Л. Ф., Михайлов М. В., Первозванская Т. Н. ; Под ред. Вьюненко Л.Ф. - Санкт-Петербургский государственный университет (г. Санкт-Петербург), 2022 г. - 283 с. - ISBN 978-5-534-01098-5 – Режим доступа: <https://urait.ru/book/imitacionnoe-modelirovanie-489074>

2. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 2-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для вузов / Древис Ю. Г., Золотарёв В. В. - Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (г. Москва), 2022 г. - 142 с. - ISBN 978-5-534-11385-3 – Режим доступа: <https://urait.ru/book/imitacionnoe-modelirovanie-495094>

3. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. Учебник и практикум для вузов / Акопов А. С. - Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (г. Москва), 2022 г. - 389 с. - ISBN 978-5-534-02528-6 – Режим доступа: <https://urait.ru/book/imitacionnoe-modelirovanie-489503>

Дополнительная литература:

1. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ. Учебное пособие для вузов / Боев В. Д. - Военная академия связи (г. Санкт-Петербург); Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени профессора М.А. Бонч-Бруевича (г. Санкт-Петербург), 2022 г. - 253 с. - ISBN 978-5-534-04734-9 – Режим доступа: <https://urait.ru/book/imitacionnoe->

modelirovanie-sistem-492781

3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ. Учебник и практикум для вузов / Стельмашонок Е. В., Стельмашонок В. Л., Еникеева Л. А., Соколовская С. А. ; Под ред. Стельмашонок Е.В. - Санкт-Петербургский государственный экономический университет (г. Санкт-Петербург), 2022 г. - 289 с. - ISBN 978-5-534-04653-3 – Режим доступа: <https://urait.ru/book/modelirovanie-processov-i-sistem-489931>

3. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ В СРЕДЕ EXTENDSIM 2-е изд. Учебное пособие для вузов / Альсова О. К. - Новосибирский государственный технический университет (г. Новосибирск), 2023 г. - 115 с. - ISBN 978-5-534-08248-7 – Режим доступа: <https://urait.ru/book/imitacionnoe-modelirovanie-sistem-v-srede-extendsim-516307>

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения

1. Операционная система
2. Пакет прикладных офисных программ
3. Антивирусное программное обеспечение
4. LMS Moodle
5. Вебинарная платформа

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», информационных справочных систем и профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины

1. ibooks.ru : электронно-библиотечная система [Электронный ресурс] : профессиональная база данных. - Режим доступа: <https://ibooks.ru>. - Текст: электронный

2. Электронно-библиотечная система СПбГУиЭ : электронно-библиотечная система [Электронный ресурс] : профессиональная база данных. - Режим доступа: <http://libume.ru>. - Текст: электронный

3. Юрайт : электронно-библиотечная система [Электронный ресурс] : профессиональная база данных. - Режим доступа: <https://urait.ru>. - Текст: электронный

4. [eLibrary.ru](http://elibrary.ru) : научная электронная библиотека [Электронный ресурс] : профессиональная база данных. - Режим доступа: <http://elibrary.ru>. - Текст: электронный

5. Архив научных журналов НЭИКОН [Электронный ресурс] : профессиональная база данных. - Режим доступа: arhiv.neicon.ru. - Текст: электронный

6. КиберЛенинка : научная электронная библиотека [Электронный ресурс] : информационная справочная система. - Режим доступа: <http://cyberleninka.ru>. - Текст: электронный

7. Лань : электронно-библиотечная система [Электронный ресурс] : профессиональная база данных. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>. - Текст: электронный

8. [it-world.ru](https://www.it-world.ru) [Электронный ресурс] : информационная справочная система . - Режим доступа: <https://www.it-world.ru>. - Текст: электронный

9. Connect: IT-технологии : информационная справочная система. - Режим доступа: <https://www.connect-wit.ru/>. - Текст: электронный

10. SmartWebMarketing : информационная справочная система. - Режим доступа: <https://smartwebmarketing.ru/>. - Текст: электронный

11. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации: профессиональная база данных. - Режим доступа: <https://digital.gov.ru>. - Текст: электронный

12. Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: профессиональная база данных . - Режим доступа: <https://rkn.gov.ru>. - Текст: электронный

13. [Math-Net.Ru](https://www.mathnet.ru/): профессиональная база данных . - Режим доступа: <https://www.mathnet.ru/>.

- Текст: электронный

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа - практических занятий, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная: рабочими местами для обучающихся, оснащенными специальной мебелью; рабочим местом преподавателя, оснащенным специальной мебелью, персональным компьютером с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета; техническими средствами обучения - мультимедийным оборудованием (проектор, экран, колонки) и маркерной доской; лицензионным программным обеспечением

2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - практических занятий – компьютерный класс, оборудованный рабочими местами для обучающихся, оснащенными специальной мебелью, персональными компьютерами с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета; рабочим местом преподавателя, оснащенным специальной мебелью, персональным компьютером с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета; техническими средствами обучения - мультимедийным оборудованием (проектор, экран, колонки) и маркерной доской; лицензионным программным обеспечением

3. Помещение для самостоятельной работы, оборудованное специальной мебелью, персональными компьютерами с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета, лицензионным программным обеспечением

4. При применении электронного обучения, дистанционных образовательных технологий используются: виртуальные аналоги учебных аудиторий - вебинарные комнаты на вебинарных платформах, рабочее место преподавателя, оснащенное персональным компьютером (планшет, мобильное устройство) с возможностью подключения к сети «Интернет», доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета и к информационно-образовательному portalу Университета imeos.ru, веб-камерой, микрофоном и гарнитурой (в т.ч. интегрированными в устройства), программным обеспечением; рабочее место обучающегося оснащено персональным компьютером (планшет, мобильное устройство) с возможностью подключения к сети «Интернет», доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета и к информационно-образовательному portalу Университета imeos.ru, веб-камерой, микрофоном и гарнитурой (в т.ч. интегрированными в устройства). Авторизация на информационно-образовательном portalе Университета imeos.ru и начало работы осуществляются с использованием персональной учетной записи (логина и пароля). Лицензионное программное обеспечение

9. Оценочные материалы по дисциплине

Описание оценочных средств (показатели и критерии оценивания, шкалы оценивания) представлено в приложении к основной профессиональной образовательной программе «Каталог оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации».

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности приводятся в соответствующих методических материалах и локальных нормативных актах Университета.

Для оценивания учебных достижений студентов в Университете действует балльно-рейтинговая система.

Если оценка, соответствующая набранной в семестре сумме рейтинговых баллов, удовлетворяет студента, то она является итоговой оценкой по дисциплине при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена/зачета с оценкой/зачета.

Условием сдачи экзамена/зачета с оценкой/зачета с целью повышения итоговой оценки по

дисциплине является сдача студентом экзамена, за который он получает экзаменационные баллы без учета баллов, полученных за текущий контроль:

Шкала оценивания учебных достижений по дисциплине, завершающейся зачетом без оценки

Баллы по дисциплине	60 и менее		61-73		74-90		91-100
Итоговая оценка по дисциплине	Незачет		Зачет				
Баллы в международной шкале ECTS с буквенным обозначением уровня	50 и менее	51-60	61-67	68-73	74-83	84-90	91-100
	F	Fx	E	D	C	B	A
Уровень сформированности компетенций	Не сформированы		Пороговый		Высокий		Повышенный

Шкала оценивания учебных достижений по дисциплине, завершающейся экзаменом/зачетом с оценкой

Баллы по дисциплине	60 и менее		61-73		74-90		91-100
Итоговая оценка по дисциплине	Неудовлетворительно		Удовлетворительно		Хорошо		Отлично
Баллы в международной шкале ECTS с буквенным обозначением уровня	<50	51-60	61-67	68-73	74-83	84-90	91-100
	F	Fx	E	D	C	B	A
Уровень сформированности компетенций	Не сформированы		Пороговый		Высокий		Повышенный

9.1. Типовые контрольные задания для текущего контроля

**Тестирование №1
Вариант 1**

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Одно из основных свойств внешней среды – это...	1. производительность труда 2. риск 3. неопределенность 4. жесткая иерархическая структура
2	Как называется система целенаправленных действий, объединенных общим замыслом и единой целью?	1. стратегия. 2. операция. 3. процесс. 4. управление.
3	В чем заключается цель управления системой (объектом) в операции?	1. в решении поставленной задачи. 2. в выработке стратегии. 3. в формировании управляющих воздействий. 4. в максимизации эффективности.
4	По реакции на возмущающие воздействия различают.....	1. открытые и закрытые системы 2. активные и пассивные системы 3. статические и динамические 4. реальные и абстрактные
5	Система, реализующая одновременно нескольких функций, называется ...	1. полифункциональной 2. чёрным ящиком 3. белым ящиком 4. многофункциональной

6	Кем были предложены модели системной динамики?	1. Л. Берталанфи 2. Дж. Форестером 3. Н. Винером 4. К. Линнеем
7	Системы, в которых протекают процессы управления, называются...	1. высокоорганизованными системами. 2. системами управления. 3. вышестоящими системами. 4. эргатическими системами.
8	Численная мера (число от 0 до 1) степени объективной возможности появления события (исхода опыта) в определенных условиях	1. частота события 2. вероятность события 3. закон распределения случайной величины 4. плотность распределения вероятности
9	Моделирование – это...	1. изучение документооборота в исследуемой организации 2. распределение должностных обязанностей и властных 3. эмпирическое решение проблемы 4. материальное или формализованное отображение системы
10	Дискретные системы – это системы,	1. в которых величины имеют конечное число значений и могут быть определены в конкретный момент времени 2. в которых величины и время рассматриваются как непрерывные величины 3. в которых величины рассматриваются как непрерывные переменные, но время можно определять только дискретно 4. в которых величины, время и структура не определены
11	Что понимается под степенью различия между реальным и желаемым результатом операции?	1. неопределенность. 2. эмерджентность. 3. эффективность. 4. достоверность.
12	Как называется результат сознательного выбора одной из множества допустимых стратегий?	1. альтернатива. 2. обоснование. 3. оценивание. 4. решение.
13	Генеральная совокупность – это...	1. ряд, расположенных в хронологической последовательности значений, характеризующих изменение социально-экономических явлений во времени 2. совокупность отобранных единиц в ходе наблюдения 3. совокупность, из которой производится отбор единиц в ходе наблюдения 4. упорядоченное распределение единиц изучаемой совокупности на группы по определенному варьирующему признаку

14	Коэффициент доверия представляет собой...	<ol style="list-style-type: none"> нормированное отклонение, зависящее от вероятности, с которой гарантируется предельная ошибка выборки показатель качества предметов или явлений, по которому можно определить их сходство или различие. статистика критерия, по которой судят о справедливости статистической гипотезы. столь малая вероятность, что событие с такой вероятностью является практически невозможным.
15	Ресурсы – это...	<ol style="list-style-type: none"> комплекс средств, обеспечивающих успешное проведение исследования упорядоченный набор средств. условия. адаптационная способность.
16	Значение критерия оптимальности (d_j) при решении задач линейного программирования симплекс-методом на максимум должно быть.....	<ol style="list-style-type: none"> дерева альтернативных решений. больше нуля. равно единице меньше или равно нулю.
17	Как называется минимальное время, за которое может быть выполнен весь комплекс работ?	<ol style="list-style-type: none"> директивный срок. продолжительность. критическое время. минимальный временной порог.
18	Какая задача формируется в следующем виде: $\Sigma \Sigma \rightarrow \min;$ $\Sigma = ; \Sigma = ?$	<ol style="list-style-type: none"> Функционального синтеза. Составления расписаний. Транспортная. Планирования производства.

Тестирование №2

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Анализ – это...	<ol style="list-style-type: none"> представление сложного объекта в виде простых составляющих и определение связи между ними соединение простых составляющих объекта в единое целое по известному правилу выявление главного фактора, влияющего на устойчивое функционирование рассматриваемой системы определение параметров, характеризующих действие системы управления
2	Система, которая характеризуется изменчивостью свойств (параметров), называется ...	<ol style="list-style-type: none"> статической адаптивной динамической закрытой
3	Состояние, которое система в отсутствие внешних возмущающих воздействий (или при постоянных воздействиях) способна сохранять сколь угодно долго, называется ...	<ol style="list-style-type: none"> состоянием равновесия состоянием равноденствия состоянием стагнации состоянием деградации
4	Разделение систем на классы по различным признакам, называется	<ol style="list-style-type: none"> сравнением ранжированием классификацией распределением

5	Динамические модели – это....	<ol style="list-style-type: none"> 1. физические модели материально-технической базы организации 2. модели объекта в фиксированный момент времени 3. модели, характеризующие переходные процессы в организации 4. модели, описывающие процессы изменения и развития систем
6	Статистическое наблюдение – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. период времени, в течение которого производится сбор сведений об изучаемом объекте 2. начальная стадия статистического исследования, представляющая собой научно организованный сбор данных об изучаемых явлениях и процессах общественной жизни 3. специально организованное наблюдение, которое проводится периодически или одновременно 4. основная форма получения статистической информации об объектах экономики
7	Основным методом вероятностного анализа является....	<ol style="list-style-type: none"> 1. метод статистических испытаний. 2. метод Крамера. 3. метод Гаусса-Жордана. 4. метод динамики средних.
8	Укажите структурные средние выборки	<ol style="list-style-type: none"> 1. мода и медиана 2. асимметрия и эксцесс 3. ковариация и эксцесс 4. точка равновесия системы и состояние покоя
9	Как называется способ выражения предпочтения путем представления элементов в виде последовательности в соответствии с возрастанием или убыванием их предпочтительности?	<ol style="list-style-type: none"> 1. сортировка 2. попарное выражение предпочтения как доли суммарной интенсивности 3. ранжирование 4. априорное выражение предпочтений
10	В ходе вывода уравнений оптимизационных задач частные производные выражения целевой функции принимаются равными.....	<ol style="list-style-type: none"> 1. - 1 2. бесконечности 3. + 1 4. нулю
11	Как называется правило выбора рационального способа использования активных средств (стратегий) в операции?	<ol style="list-style-type: none"> 1. альтернатива. 2. принятие решения. 3. показатель эффективности. 4. критерий эффективности.
12	Что понимается под степенью различия между реальным и желаемым результатом операции?	<ol style="list-style-type: none"> 1. неопределенность. 2. эмерджентность. 3. эффективность. 4. достоверность.
13	Укажите точный метод решения транспортной задачи линейного программирования	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод минимального элемента 2. Метод северо-западного угла 3. Метод главных компонент 4. Метод потенциалов
14	<p>Что представляют собой правые части исходной системы неравенств (B_i) в задачах оптимального распределения ресурсов?</p> $a_{1.1} \cdot x_1 + a_{1.2} \cdot x_2 + a_{1.3} \cdot x_3 + S_1 = B_1;$ $a_{2.1} \cdot x_1 + a_{2.2} \cdot x_2 + a_{2.3} \cdot x_3 + S_2 = B_2;$ $a_{3.1} \cdot x_1 + a_{3.2} \cdot x_2 + a_{3.3} \cdot x_3 + S_3 = B_3.$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Цены производимых изделий 2. Запасы каждого вида ресурсов 3. Значения целевой функции 4. Свободные переменные
15	Значение критерия оптимальности (d_j) при решении задач линейного программирования симплекс-методом на максимум должно быть.....	<ol style="list-style-type: none"> 1. дерева альтернативных решений. 2. больше нуля. 3. равно единице 4. меньше или равно нулю.

16	Основу метода динамического программирования при решении задач оптимального распределения ресурсов составляют....	1. функциональные уравнения Бэллмана; 2. уравнения Вейерштрасса-Эрдмана; 3. система линейных уравнений; 4. функциональные матрицы.
17	График какой функции используется в графическом методе моделирования случайных величин?	1. функции распределения. 2. линейной функции. 3. гиперболы. 4. полигон частот.
18	Как называется математический аппарат, предназначенный для принятия оптимальных решений в условиях неопределенности (в конфликтных ситуациях)?	1. теория игр 2. теория прогнозирования 3. вариационное исчисление 4. динамическое программирование

Тестирование №3

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	2	3
1.	Как называется совокупность элементов (предметов любой природы), находящихся в отношениях и связях друг с другом?	1. система. 2. упорядоченный набор. 3. звено. 4. комплекс.
2.	При объединении элементов в систему последняя приобретает специфические системные свойства, не присущие ни одному из элементов. Как называются эти свойства?	1. предсказуемость. 2. толерантность. 3. синергетичность. 4. эмерджентные.
3.	К каким системам относятся системы со слабопредсказуемым поведением и способностью принимать решения?	1. к простым. 2. к смешанным. 3. к сложным. 4. к критическим.
4.	Как называется система целенаправленных действий, объединенных общим замыслом и единой целью?	1. стратегия. 2. операция. 3. тактика. 4. процесс.
5.	Как называется мера степени соответствия реального результата операции требуемому?	1. критерий эффективности. 2. степень эффективности. 3. показатель эффективности. 4. потенциальная эффективность.
6.	Как называется форма упорядочения элементов множества, то есть устранения неопределенности в выборе некоторого элемента или некоторого подмножества?	1. предпочтение. 2. толерантность. 3. симметричность. 4. ранжирование.
7.	Как называется способ выражения предпочтения путем представления элементов в виде последовательности в соответствии с возрастанием или убыванием их предпочтительности?	1. сортировка. 2. попарное выражение предпочтения как доли суммарной интенсивности. 3. ранжирование. 4. априорное выражение предпочтений.

8.	Как называется способ, при котором ЛПР просит указать степень влияния изменения значения частного показателя эффективности на результат операции?	<ol style="list-style-type: none"> способ выражения предпочтения субъективными вероятностями. способ выражения предпочтений коэффициентами важности. способ попарного выражения предпочтения как доли относительной интенсивности. способ попарного выражения предпочтения как доли суммарной интенсивности.
9.	Как называется математическое понятие для обозначения подмножества прямого декартова произведения множеств?	<ol style="list-style-type: none"> отношение. сравнение. эквивалентность. рандомизация.
10.	Отношение ЛПР, выявленное по результатам контрольного предъявления множества элементов, аппроксимируют некоторой числовой функцией, которая каждому элементу ставит в соответствие действительное число, величина которого согласуется с представлением ЛПР о степени предпочтительности данного элемента. Как называется эта функция?	<ol style="list-style-type: none"> функция предпочтения. функция распределения. функция принадлежности. функция эффективности.
11.	Выберите параметры стандартного нормального распределения	<ol style="list-style-type: none">
12.	В каких пределах изменяется энтропийный коэффициент согласия?	<ol style="list-style-type: none"> от -1 до 1. от 0 до $+\infty$. от $-\infty$ до 0. от 0 до 1.
13.	Как называется совокупность правил поведения заявки от момента ее поступления в систему до момента прекращения обслуживания?	<ol style="list-style-type: none"> дисциплина обслуживания. поток заявок. обслуживающие приборы. обслуживающие приборы (каналы).
14.	Как называется движущая сила какого-либо процесса (явления) или условие, которое влияет на тот или иной процесс (явление)?	<ol style="list-style-type: none"> моделирование. управление. условие. фактор.
15.	Как называется способность системы без искажений воспринимать и передавать по каналам сообщений информационные потоки?	<ol style="list-style-type: none"> помехоустойчивость. информативность. устойчивость. прочность.
16.	Как называется процесс, требующий затрат времени и ресурсов?	<ol style="list-style-type: none"> фиктивная работа. производительность. функционирование. действительная работа.
17.	Как называется логическая связь между двумя или несколькими работами, указывающая на то, что начало одной работы зависит от результатов другой?	<ol style="list-style-type: none"> действие. фиктивная работа. функционирование. производительность.
18.	Чему равна продолжительность фиктивной работы?	<ol style="list-style-type: none"> единице. нулю. бесконечности. фиксированной величине.

19.	Как называется минимальное время, за которое может быть выполнен весь комплекс работ?	1. директивный срок. 2. критическое время. 3. временной ресурс. 4. минимальный временной порог.
20.	Какую продолжительность имеет критический путь?	1. оптимальную. 2. переменную. 3. номинальную. 4. максимальную.

Доклад, сообщение / Реферат №1

1. Модель как аналог оригинала; классификация моделей. Сущность имитационного моделирования.
2. Этапы имитационного моделирования.
3. Структура имитационной модели.
4. Стратегическое и тактическое планирование имитационного эксперимента

Доклад, сообщение / Реферат №2

1. Общие принципы статистического моделирования (Монте-Карло). Использование случайных чисел в игровых моделях.
2. Моделирование случайных событий. Моделирование полной группы несовместных событий.
3. Моделирование случайных величин. Моделирование дискретной случайной величины.
4. Метод обратной функции. Моделирование непрерывных случайных величин.
5. Элементы СМО; краткая характеристика.
6. Потоки событий СМО.
7. Моделирование одноканальной СМО.
8. Моделирование многоканальной СМО.

Собеседование, опрос / Контрольная работа №1

Вариант №1

1. Сущность имитационного моделирования.
2. Определение понятия «модель».

Вариант №2

1. Функции моделей.
2. Классификация моделей.

Вариант №3

1. Достоинства и недостатки имитационного моделирования.
2. Структура имитационных моделей.

Вариант №4

1. Анализ и синтез при построении модели.
2. Искусство моделирования.

Вариант №5

1. Требования к имитационной модели.
2. Основные методы имитационного моделирования.

Вариант № 6

1. Блок-схема процесса эмитации.
2. Основные этапы построения имитационной модели.

Собеседование, опрос / Контрольная работа №2

На обработку к грузовому терминалу поступает поток однотипных грузовых автомобилей, интервалы, между приездами которых представляют случайную величину T_u , распределенную по равномерному закону со средним значением, равным $\bar{t}_u = M(T_u)$.

Время занятости терминала каждым автомобилем (время обработки) представляет собой случайную величину $T_{об}$, распределенную по нормальному закону с математическим ожиданием $\bar{t}_{об} = M(T_{об})$ и среднеквадратическим отклонением $\sigma_{об}$.

Требуется определить числовые характеристики случайной величины $T_{ожс}$ – времени ожидания обслуживания (разгрузки): среднее значение времени ожидания, среднеквадратическое отклонение, а также определить число обработанных автомобилей N , используя метод имитационного моделирования.

Последовательность выполнения задания.

1. Разработать моделирующий алгоритм, имитирующий работу терминала и реализовать его на промежутке времени от 0 до 240 ч.

При разработке имитационной модели необходимо промоделировать случайные величины – интервалы времени между приездами автомобилей T_u , имеющие равномерный закон распределения в интервале $0 \div t_{u \max}$. При этом задано математическое ожидание этой случайной величины $\bar{t}_u = M(T_u)$.

Функция распределения при равномерном законе имеет вид:

$$F(t_u) = \frac{t_u - t_{u \min}}{t_{u \max} - t_{u \min}} = \frac{t_u}{t_{u \max}}.$$

В свою очередь,

$$\bar{t}_u = M(T_u) = \frac{t_{u \min} + t_{u \max}}{2} = \frac{t_{u \max}}{2}.$$

Отсюда:

$$t_{u \max} = 2M(T_u) = 2\bar{t}_u.$$

Для моделирования случайной величины T_u воспользуемся методом обратных функций, для чего приравняем функцию распределения $F(t_u)$ значению случайной величины R , равномерно распределенной в диапазоне $[0,1]$:

$$R = \frac{T_u}{2\bar{t}_u}.$$

Отсюда получаем алгоритм моделирования интервалов между приездами автомобилей в виде:

$$t_{ui} = r_i \cdot 2\bar{T}_u.$$

Значения r_i можно получить с помощью стандартных датчиков случайных чисел, либо воспользоваться значениями, приведенными в таблице № 4 справочных материалов.

Поскольку моделирование необходимо реализовать на промежутке времени от 0 до 240 ч., то одновременно необходимо подсчитывать время окончания обслуживания каждого i -го автомобиля $\tau_{обi} \geq 240$ часов. Число поступивших за это время судов определится значением $N = i_{\max}$.

Далее необходимо промоделировать случайную величину $T_{об}$, распределенную по нормальному закону с заданными значениями математического ожидания $\bar{T}_{об}$ и среднеквадратического отклонения $\sigma_{об}$.

Моделирование выполняется в соответствии с алгоритмом:

$$\bar{t}_{обi} = \bar{T}_{об} + \sigma_{об} \cdot Z_i,$$

где Z_i – значение случайной величины Z , распределенной по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией. Значения случайной величины Z приведены в таблице № 3 справочных материалов.

Время ожидания обслуживания i -го автомобиля представляет собой случайную величину $t_{ожi}$, которая равна нулю, если к моменту приезда автомобиля на предприятие терминал оказался свободным (т.е. закончилось обслуживание предыдущего ($i-1$)-го автомобиля), или равна $\tau_{об(i-1)} - \tau_{ui}$, если к моменту прихода i -го автомобиля терминал был занят обслуживанием предыдущего ($i-1$)-го автомобиля.

Итак,

$$t_{ожi} = \begin{cases} 0, \forall \tau_{ui} \geq \tau_{об(i-1)}; \\ \tau_{об(i-1)} - \tau_{ui}, \forall \tau_{ui} < \tau_{об(i-1)}. \end{cases}$$

Здесь $\tau_{об(i-1)}$ – момент окончания обработки предыдущего ($i-1$)-го автомобиля;

τ_{ui} – момент прибытия i -го автомобиля;

$$\tau_{об(i-1)} = \tau_{u(i-1)} + t_{ож(i-1)} + t_{об(i-1)};$$

$$\tau_{ui} = \tau_{u(i-1)} + t_{ui};$$

$$t_{ожi} = \max \{0; \tau_{об(i-1)} - \tau_{ui}\} = \max \{0; t_{ож(i-1)} + t_{об(i-1)} - t_{ui}\}.$$

⊕ При моделировании целесообразно заполнять таблицу вида:

i	r_i	t_{ui}	T_i	Z_i	$t_{обi}$	$t_{ожi}$	$t_{обi} + t_{ожi}$	$\tau_{обi}$
1								
2								

3									
...									
N									≥ 240 часов
								$\sum_{i=1}^N t_{ожжi}$	

2. Определить числовые характеристики случайной величины $T_{ожж}$ – времени ожидания обслуживания.

Числовые характеристики определяются следующими выражениями:

$$\bar{t}_{ожж} = \frac{\sum_{i=1}^N t_{ожжi}}{N}$$

- для математического ожидания;

$$D_{t_{ожж}} = \frac{\sum_{i=1}^N (t_{ожжi} - \bar{t}_{ожж})^2}{N}$$

- для дисперсии;

$$\sigma_{t_{ожж}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (t_{ожжi} - \bar{t}_{ожж})^2}{N}}$$

- для среднеквадратического отклонения времени ожидания.

3. Выполнить анализ полученных результатов.

Индивидуальные задания для выполнения контрольной работы

№ варианта	$\bar{t}_{и}$	$\bar{t}_{од}$	σ_t	№ варианта	$\bar{t}_{и}$	$\bar{t}_{од}$	σ_t
1	12	10	3	26	15	15	1
2	14	11	4	27	18	20	3
3	13	12	2	28	18	15	2
4	15	14	2,5	29	18	11	2,8
5	16	15	1,8	30	11	18	2
6	17	16	5	31	11	9	2
7	11	8	3,5	32	14	9	1,6

[0,1]

8	18	13	2,8	33	12	9	1,8
9	10	9	1,5	34	12	12	3
10	20	18	3,4	35	16	13	1,6
11	19	17	2,3	36	16	17	2,3
12	17	18	2,6	37	19	17	2,8
13	12	14	2	38	17	14	3
14	14	16	1,5	39	17	21	3
15	13	15	2,2	40	17	16	2
16	15	10	1,8	41	13	9	2
17	10	14	3	42	13	10	1,4
18	20	17	3	43	13	11	3
19	16	18	2,4	44	13	12	1,8
20	14	10	2	45	19	20	4
21	11	12	1,5	46	20	19	2,3
22	11	10	1,8	47	19	16	1,5
23	17	13	2	48	19	18	2
24	15	13	2,8	49	18	19	3
25	15	17	4	50	18	21	1,8

Таблица 3

Значение нормального распределения случайной величины Z

0,20	1,19	0,00	0,03	1,04	-1,81	1,18	0,00	1,16	-0,66
-1,58	0,58	1,88	0,73	-0,27	1,08	0,58	-0,92	-1,50	0,09
-1,11	0,27	0,10	-1,35	-0,14	-0,28	1,28	0,40	0,63	-0,44
-2,30	-0,64	0,95	-1,77	2,88	0,46	1,46	1,68	-0,96	-0,08
-0,53	0,85	-0,55	0,81	-0,26	-1,24	-1,21	1,38	1,15	0,99

Таблица 4

Значения равномерно распределенных случайных чисел на интервале

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
,42	,05	,68	,21	,24	,87	,77	,02	,01	,67
,13	,87	,97	,29	,76	,85	,18	,89	,09	,52
,13	,21	,76	,74	,19	,89	,05	,86	,93	,74
,25	,06	,70	,26	,81	,98	,22	,24	,96	,24
,09	,65	,99	,29	,02	,29	,67	,79	,86	,55
,02	,60	,76	,34	,78	,53	,98	,31	,93	,91
,73	,46	,41	,75	,24	,02	,22	,73	,55	,19
,33	,37	,83	,48	,89	,41	,15	,55	,91	,09
,16	,98	,23	,48	,61	,18	,10	,87	,65	,28
,54	,53	,68	,94	,16	,06	,77	,59	,95	,94

Задача № 1

С помощью табличной модели провести имитацию функционирования инструментальной мастерской, в которой работают два мастера. Если рабочий заходит в мастерскую, когда оба мастера заняты обслуживанием ранее обратившихся работников, то он уходит из мастерской, не ожидая обслуживания. Статистические данные свидетельствуют, что среднее число рабочих, обращающихся в мастерскую в течение часа, равно 1, а среднее время, которое затрачивает мастер на заточку или ремонт инструмента - M мин (1/m часа = M мин.).

С использованием средств MS Excel дать оценку вероятности отказа в обслуживании в этой

двухканальной СМО с отказами в предположении, что входящий поток рабочих - это простейший поток (l), а время их обслуживания подчиняется экспоненциальному закону (m). Моделирующий алгоритм (табличную имитационную модели) при числе испытаний N представить в следующем виде:

Требование i, i=1, 2, ..., N	Случ. числа р.р. (0;1)	Время между поступлениями час.	Время поступления требований, мин.	1		2		Счетчик отказов
				Время обслуживания	Время окончания обслуживания	Время обслуживания	Время окончания обслуживания	

1. В соответствии со счетчиком отказов рассчитать статистическую оценку вероятности отказа в данной СМО.
2. Опытным путем определить необходимое количество мастеров, чтобы вероятность отказа в данной СМО была менее 20%.

Деловая и (или) ролевая игра / Кейс-задача №1

Исходные данные. Имеется сетевая модель некоторого производственного процесса. Значения времени выполнения работ представлены в таблице 1

Таблица 1 – Временные параметры работ технологического процесса

Работы				
1 – 2	6	10		
1 – 3	4	8		
1 – 4	8	12		
2 – 5	4	6		
3 – 5	10	14		
4 – 6	6	10		
5 – 7	12	16		
3 – 8	8	12		
6 – 8	2	4		
7 – 9	4	6		
8 – 9	8	12		

Сетевой граф процесса представлен на рисунке 2
 граф.png

Рисунок 2 - Сетевая модель комплекса работ технологического процесса для решения задачи

Необходимо провести исследования всего комплекса работ, а также определить - с какой вероятностью ожидаемое время завершения процесса не превысит заданное (= 38 мин).

Untitled.png

Untitled2.png

9.2. Примерный перечень тем курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

9.3. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации: зачет

Примерный перечень теоретических вопросов к зачету

№	Задание	Варианты ответа
1	Как называются вычисления проводимые по выражению с каждым новым наблюдением?	А. вычисление итераций В. вычисление Пуассона С. скользящая средняя D. экспоненциальным сглаживанием
2	Что представляют собой формулы Эрланга?	А. формулы для определения стационарных вероятностей на основе применения условий нормировки вероятностей состояния системы. В. формулы определения финальных вероятностей. С. формулы решения уравнений Бернули. D. уравнения решения дифференциальных уравнений в форме Коши.
3	Как называется ориентированный граф, в котором существует лишь одна вершина, не имеющая входящих дуг, и лишь одна вершина, не имеющая выходящих дуг?	А. гистограмма. В. паутина. С. сеть. D. система.
4	Как называется форма упорядочения элементов множества, то есть устранение неопределенности в выборе некоторого элемента или некоторого подмножества?	А. толерантность В. симметричность С. предпочтение D. ранжирование
5	Всякое соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями случайной величины и вероятностью их появления	А. Частота события В. Схема независимых испытаний С. Закон распределения случайной величины D. Плотность распределения вероятности
6	Если функции $f(x)$ дифференцируема на интервале и для любого x , то эта функция.... на интервале	А. возрастает В. имеет перегиб С. имеет разрыв D. убывает
7	Статистическая группировка – это...	А. процесс образования новых групп на основе ранее осуществленной группировки. В. упорядоченное распределение единиц изучаемой совокупности на группы по определенному варьирующему признаку. С. процесс образования однородных групп на основе разбиения статистической совокупности на части или объединения изучаемых единиц в частные совокупности по существенным для них признакам. D. совокупность отобранных единиц в ходе наблюдения.
8	Выбрать формулу для определения средней арифметической взвешенной	А. В. С. D.
9	Как называются измерения, производные от первичных?	А. производные. В. прямые. С. вторичные. D. косвенные.

10	Укажите закон распределения, у которого математическое ожидание равно дисперсии	A. нормальный. B. экспоненциальный. C. равномерный. D. Парето.	
11	Что понимается под степенью различия между реальным и желаемым результатом операции?	A. неопределенность. B. эмерджентность. C. эффективность. D. достоверность.	
12	Что понимается под процессом смены состояний системы?	A. функционирование системы. B. реализация тактики. C. нестационарность. D. управление.	
13	Как называется игра, если число участвующих в ней систем равно двум?	A. кратной. B. парной. C. симметричной. D. эквивалентной.	
14	Что определяет функция принадлежности?	A. эффективность операции. B. качество системы. C. диапазон изменения переменной. D. закон распределения.	
15	Как называется математический аппарат, предназначенный для принятия оптимальных решений в условиях неопределенности (в конфликтных ситуациях)?	A. теория игр B. теория прогнозирования C. вариационное исчисление D. динамическое программирование	
16	В ходе вывода уравнений оптимизационных задач частные производные выражения целевой функции принимаются равными.....	A. - 1 B. бесконечности C. + 1 D. нулю	
17	Какому методу принятия решений соответствует общий критерий вида $\Pi(x)$?	A. Метод главного критерия B. Метод пороговых критериев C. Аддитивная свертка D. Мультипликативная свертка	
18	Если дифференцируемые функции $y_1(x)$ и $y_2(x)$ линейно независимы на $(a;b)$, то определитель Вронского на этом интервале тождественно равен ...	A. 0 B. -1 C. ∞ D. 1	
19	Какую надежность имеет система, состоящая из двух параллельных элементов, если надежность первого элемента – 0,6; второго – 0,7?	A. 0,52 B. 0,76 C. 0,88 D. 0,68	
20	По какому критерию отбирают оптимальную тренд-модель исследуемого явления (процесса)?	A. по минимуму общей дисперсии B. по минимуму остаточной ошибки C. по максимуму общей дисперсии D. по максимуму коэффициента корреляции	

Примерный перечень практических заданий к зачету

1	Решите задачу и выберите правильный вариант ответа. Человек оказался в незнакомом городе и направляется в сторону вокзала. Ему необходимо пройти пять перекрестков. На каждом из этих перекрестков он может с вероятностью 0,25 пойти правильным путем. Выбрав следующие случайные числа для моделирования события прохода перекрестка, определите, на каком перекрестке он впервые свернет в неправильном направлении: $z_1=0,13$; $z_2=0,02$; $z_3=0,21$; $z_4=0,54$; $z_5=0,87$.	Ошибка будет на втором перекрестке Ошибка будет на третьем перекрестке Ошибка будет на четвертом перекрестке Ошибка будет на пятом перекрестке	
2	Напишите алгоритм определения времени окончания 7-го проекта, считая, что новый проект начинается сразу же после завершения предыдущего и определите, через сколько времени закончится второй проект, если нормированная случайная величина $n_1=0,57$ (при моделировании времени первого проекта), $n_2=0,12$ (при моделировании времени выполнения второго проекта).	Через 5,04 месяца Через 6,07 месяца Через 7,09 месяца Через 8,3 месяца	
3	Рассчитайте, через какое время придет первый заказчик в швейную мастерскую, если $z_1=0,1$, $z_2=0,65$ (z_1 и z_2 – случайные величины, равномерно распределены в интервале $(0,1)$, z_1 используется при моделировании поступления заказа, z_2 используется для моделирования суммы заказа).	0,1 дня 0,12 дней 0,15 дней 0,2 дня	