



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

Троицкий
Александр
Витальевич
ч

Подписано
цифровой
подписью:
Троицкий
Александр
Витальевич

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора

А.В. Троицкий

«__» _____ 2023г.

***ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН***

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

**«СРЕДЫ И МЕТОДЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И
ПЛАНИРОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА»**

Направление подготовки: 01.03.02. Прикладная математика и информатика

Профиль: Программирование. Математическое моделирование

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королев
2023

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

Автор: д.э.н. проф. Вилисов В.Я. Рабочая программа дисциплины: Среды и методы имитационного моделирования и планирование вычислительного эксперимента. – Королев МО: «Технологический Университет», 2023г.

Рецензент: д.э.н Мищенко А.В.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки бакалавров 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол № 9 от 11.04.2023 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Бугай И.В. к.т.н., доцент 			
Год утверждения (переподтверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания кафедры	№8 от 15.03.2023			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО _____  И.В. Бугай, к.т.н., доцент

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

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

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

Целью изучения дисциплины является:

1. формирование способности к восприятию, обобщению и анализу информации, необходимой для оценки вариантов, обеспечения и поддержки принятия эффективных конструкторских и управленческих решений;
2. освоение необходимого инструментария, применяемого при оценке вариантов, выборе эффективных конструкторских и управленческих решений;
3. формирование готовности применять методы математического анализа и моделирования сложных систем и процессов в профессиональной деятельности.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

профессиональные компетенции (ПК):

- Способность использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ (ПК-3);
- Способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники (ПК-5).

Основными **задачами** дисциплины являются:

1. Освоение студентами теоретических методов дисциплины, применяемых при оценке вариантов и выборе эффективных конструкторских и управленческих решений;
2. Получение студентами умений и навыков, применяемых для решения практических задач оценки вариантов и выбора эффективных конструкторских и управленческих решений.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Необходимые знания:

- Знать методы и приемы формализации задач
- Знать методы и средства проектирования программного обеспечения, программных интерфейсов
- Знать основные методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программных продуктов и программных комплексов, их сопровождения, администрирования и развития

Необходимые умения:

- Уметь выбирать средства и вырабатывать реализации требований к программному обеспечению

- Уметь проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений
- Уметь использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта;

Трудовые действия:

- Владеть методами и средствами проектирования баз данных
- Иметь практический опыт применения указанных выше методов и технологий.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Среды и методы имитационного моделирования и планирование вычислительного эксперимента» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению подготовки 01.03.02. «Прикладная математика и информатика».

Изучение данной дисциплины базируется на дисциплинах: «Интеллектуальные системы управления», «Методы скалярной и векторной оптимизации», «Геометрическое моделирование и компьютерная графика» и компетенциях: ПК-2, ПК-3, ПК-5.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми для изучения дисциплин: «Экономико-математические методы и модели», «Искусственный интеллект» и выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы составляет 4 зачетных единицы, 144 часа. Практическая подготовка обучающихся составляет 32 часа.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр шестой	Семестр
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ			
Общая трудоемкость	144	144	
Аудиторные занятия	64	64	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия (ПЗ)	48	48	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Практическая подготовка	32	32	
Самостоятельная работа	80	80	
Курсовые работы (проекты)	+	+	
Расчетно-графические работы			
Контрольная работа			
Текущий контроль знаний	Тест	Тест	
Вид итогового контроля	Экзамен	Экзамен	
ЗАОЧНАЯ ФОРМА НЕ ПРЕДУСМОТРЕНА УЧЕБНЫМ ПЛАНОМ			

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час.	Практические занятия, час	Занятия в интерактивной форме, час	Практическая подготовка	Код компетенций
Тема 1. Методы имитационного моделирования	4	16	4	8	ПК–3,5
Тема 2. Инструментальные средства имитационного моделирования	6	16	6	12	ПК–3,5
Тема 3. Методы оптимального планирования эксперимента	6	16	6	12	ПК–3,5
Итого:	16	48	16	32	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Методы имитационного моделирования.

1.1. Методы генерации различных типов случайных явлений (событий, величин, процессов - дискретных и непрерывных).

1.2. Методы обработки результатов моделирования.

Тема 2. Инструментальные средства имитационного моделирования.

2.1. Средства надстройки «Анализ данных» MS Excel.

2.2. Специализированные пакеты имитационного моделирования (обзор и сравнительный анализ). Среда моделирования Anylogic и ее технологии моделирования (агентные, дискретно-событийные, динамические, системно-динамические модели).

Тема 3. Методы оптимального планирования эксперимента.

3.1. Основные типы задач оптимального планирования эксперимента (ПЭ). Объекты и цели ПЭ. Эффект оптимального взвешивания. Элементы ПЭ.

3.2. Полный факторный эксперимент и его свойства. Дробные реплики.

3.3. Показатели и критерии оптимальности ПЭ.

3.4. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.

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

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
2. Методические указания по написанию курсовых работ

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

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Среды и методы имитационного моделирования и планирование вычислительного эксперимента» приведен в Приложении 1 к настоящей рабочей программе.

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

Основная литература:

1. Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие / Д.Ю. Каталевский. - М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС. - 2015. - 406 с. - [электронный ресурс] // <https://e.lanbook.com/book/74852>.
2. Марголис Н.Ю. Имитационное моделирование. / Н.Ю. Марголис. – Томск: Нац.исслед. ТГУ. – 2015. – 130 с. - [электронный ресурс] // <https://e.lanbook.com/book/71552>
3. Березовская Е.А. Имитационное моделирование / Е.А. Березовская; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Экономический факультет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. – 76 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499496>
4. Решмин Б.И. — Имитационное моделирование и системы управления. Учебно-практическое пособие Издательство "Инфра-Инженерия" 978-5-9729-0120-3 74 2016, <https://e.lanbook.com/book/80296>

Дополнительная литература:

1. Черняева С. Н. Имитационное моделирование систем: учебное пособие / С. Н. Черняева, В. В. Денисенко. — Воронеж: ВГУИТ, 2016. — 94 с. — ISBN 978-5-00032-180-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76259>
2. Щурин К. В. Планирование и обработка результатов эксперимента: учебное пособие / К. В. Щурин, О. А. Копылов, И. Г. Панин. — Королёв: МГОТУ, 2019. — 196 с. — ISBN 978-5-00140-385-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140930>.
3. Гиссин В. И. Планирование эксперимента и обработка результатов: учебное пособие: [16+] / В. И. Гиссин; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). – Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2018. – 131 с.: схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567016>

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

Интернет-ресурсы:

<http://www.znanium.com/> - электронно-библиотечная система

<http://www.e.lanbook.com/> - ЭБС Издательства "ЛАНЬ"

<http://www.rucont.ru/> - электронно-библиотечная система

<http://www.biblioclub.ru/> - университетская библиотека онлайн.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

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

Перечень программного обеспечения: MSOffice

Информационные справочные системы: Электронные ресурсы образовательной среды Университета

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

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран), доска, комплект маркеров;
- комплект электронных презентаций;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом (управляемым с компьютера преподавателя) в Интернет к почтовым серверам и к адресам, приведенным в разделе 8 и к общей сетевой папке группы.

Практические занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран), доска, комплект маркеров;
- комплект электронных презентаций;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом (управляемым с компьютера преподавателя) в Интернет к почтовым серверам, к адресам, приведенным в разделе 8 и к общей сетевой папке группы.

*ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН*

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ
«СРЕДЫ И МЕТОДЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И
ПЛАНИРОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА»**

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль: Программирование, математическое моделирование

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

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 (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Необходимые знания	Необходимые умения	Трудовые действия
2	ПК-3	Способность использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ	Тема 1-3.	основные элементы и особенности имитационного моделирования и методы, реализованные в инструментальных средствах имитационного моделирования	пользоваться всеми необходимыми методами имитационного моделирования и реализованным и в инструментальных средствах имитационного моделирования	методами имитационного моделирования и реализованными в инструментальных средствах имитационного моделирования для успешного решения профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов
2.	ПК-5	Способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе с учетом возможностей современных информационных технологий, программирования и компьютерной техники	Тема 1-3.	методы оптимального планирования эксперимента	методами оптимального планирования эксперимента при решении профессиональных задач	методами оптимального планирования эксперимента для содержательной интерпретации полученных результатов

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

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Шкала и критерии оценки
ПК-3, ПК-5	Тест	А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 90% правильных ответов Б) частично сформирована:	Проводится письменно Время, отведенное на процедуру –30 мин. Неявка 0 баллов. Критерии оценки определяются процентным соотношением.

		<p>•компетенция освоена на продвинутом уровне – 70% правильных ответов;</p> <p>•компетенция освоена на базовом уровне – от 51% правильных ответов;</p> <p>В) не сформирована (компетенция не освоена) – менее 50% правильных ответов</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>
Выполнение контрольной работы	<p>А) полностью сформирована (компетенция 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 освоена) – 2 и менее баллов</p>	<p>При определении сформированности компетенций критериями оценивания выступают методические рекомендации, разработанные по дисциплине для данного вида.</p>	
Курсовая работа	<p>А) полностью сформирована -5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована 3-4 балла</p> <p>В) не сформирована 2 и менее баллов</p>	<p>Проводится в письменной форме</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оформление в соответствии с требованиями (1 балл); 2. Соответствует методическим указаниям в части структуры (1 балл); 3. Содержание курсовой работы соответствует заявленной тематике (1 балл); 4. Поставленные цели и задачи достигнуты (1 балл); 5. Качественный и количественный состав использованных источников (1 балл). <p>Максимальная оценка – 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал</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

3.1. Типовые вопросы, выносимые на тестирование

1. Какое распределение является базовым для генерирования случайных явлений?

- (?) Гауссово.
- (?) Биномиальное.
- (?) Эрланга.
- (!) Равномерное.

2. Случайные числа какого распределения можно генерировать методом обратной функции?

- (?) Нормального.
- (?) Дискретного.
- (!) Любого.
- (?) Пуассона.

3. Какой из перечисленных объектов можно моделировать с помощью агентных моделей в AnyLogic?

- (?) Биржевые котировки
- (?) Движение автомобиля
- (!) Транспортные потоки
- (?) Колебания маятника

4. Какой эффект дает оптимальное планирование регрессионных экспериментов?

- (?) Избавляет от проведения каких-либо экспериментов
- (?) Сокращает число независимых переменных
- (!) Уменьшает число испытаний
- (?) Увеличивает порядок модели

5. В чем достоинство метода Бокса-Уилсона (поиска оптимальных условий)?

- (?) Использование в своем составе планирования регрессионных экспериментов.
- (?) Он лучше методов градиентного поиска.
- (!) Нет необходимости в знании аналитической формы поверхности отклика.
- (?) Позволяет абсолютно точно найти экстремум.

6. Почему сгенерированные в имитационном эксперименте числа называют псевдослучайными?

- (?) Потому что они генерируются программным путем.
- (!) Поскольку при необходимости сгенерированная детерминированная последовательность чисел может быть повторена.

7. Что такое аппаратный датчик случайных чисел?

- (?) Это программный модуль, использующий специальный математический аппарат для генерации случайных чисел.
- (!) Это отдельное электронное устройство, генерирующее случайную числовую последовательность.

8. Что такое программный датчик случайных чисел?

- (?) Это датчик, работающий по строгой временной программе.
- (!) Это специальный программный модуль, генерирующий псевдослучайную последовательность чисел.

9. Что такое система массового обслуживания (СМО)?

- (?) Это система большой массы.
- (!) Это система, обслуживающая поступающий в нее поток заявок.

10. Какая СМО называется многоканальной?

- (?) В которой имеется много каналов, по которым собираются отдельные заявки.
- (!) В которой входящий поток заявок обслуживается несколькими приборами.
- 11. Какая СМО называется многофазной?**
- (?) В которой электропитание осуществляется от сети многофазного тока.
- (!) В которой каждая заявка может последовательно обслуживаться несколькими приборами.
- 12. Что такое очередь в СМО?**
- (?) Это последовательность обслуживаемых приборов.
- (!) Это накопитель определенной емкости, в котором заявки ждут своей очереди на обслуживание.
- 13. Какая СМО называется с отказами?**
- (?) В которой заявки, не удовлетворяющие требованиям, не обслуживаются.
- (!) В которой отсутствует возможность заявкам ожидать своего обслуживания.
- 14. Каким полагается Входящий поток заявок в классической СМО?**
- (?) Регулярным.
- (!) Пуассоновским.
- 15. Для чего в имитационном моделировании используется метод обратных функций?**
- (?) Для вычисления исходных функций распределения.
- (!) Для генерации случайных чисел с произвольным законом распределения.
- 16. Что моделируется в СМО с помощью распределения Пуассона?**
- (?) Длина очереди.
- (!) Интервалы между моментами поступления заявок в систему.
- 17. Содержит ли среда средства AnyLogic моделирования агентов?**
- (?) Нет.
- (!) Да.
- 18. Для чего необходимо планировать вычислительный эксперимент?**
- (?) Для документирования процесса испытаний.
- (!) Для сокращения числа испытаний.
- 19. Что такое план полного факторного эксперимента?**
- (?) В котором каждый из факторов используется хотя бы один раз.
- (!) В который включены все варианты варьирования факторов.
- 20. Какой план эксперимента называют дробной репликой?**
- (?) Это полная копия исходного плана, в котором используются лишь части уровней варьирования.
- (!) Это часть плана полного факторного эксперимента, обладающая также всеми свойствами оптимальности.
- 21. Какой план эксперимента называют композиционным?**
- (?) Который является частью композиции из нескольких планов.
- (!) Который может достраиваться без нарушения свойств оптимальности плана.
- 22. Какой план эксперимента называют рандомизированным?**
- (?) В котором к каждому фактору добавляется случайная составляющая.
- (!) В котором эффекты от неуправляемых факторов нивелированы за счет их случайного варьирования.
- 23. Какой план эксперимента называют D-оптимальным?**

(?) План, имеющий минимальную размерность множества факторов.

(!) План, минимизирующий объем эллипсоида рассеивания.

24. Какова цель планирования эксперимента методом Бокса-Уилсона?

(?) Повысить точность модели.

(!) Поиск оптимальных значений факторов.

25. Какие планы эксперимента называют регрессионными?

(?) В которых факторы отражают регресс основных эффектов.

(!) В которых результаты экспериментирования представляются в виде уравнения регрессии.

3.2 Примерная тематика контрольных работ, выполняемых с применением программных средств специального и общего назначения на компьютерах:

1. Генерация случайных событий, имеющих распределение Бернулли в среде MS Excel с помощью стандартных функций и опций надстройки «Анализ данных». Сравнение их теоретических и выборочных характеристик.

2. Генерация случайных событий, имеющих Биномиальное распределение в среде MS Excel с помощью стандартных функций и опций надстройки «Анализ данных». Сравнение их теоретических и выборочных характеристик.

3. Генерация дискретных случайных величин в среде MS Excel с помощью стандартных функций и опций надстройки «Анализ данных». Сравнение их теоретических и выборочных характеристик.

4. Генерация непрерывных случайных величин в среде MS Excel с помощью стандартных функций и опций надстройки «Анализ данных». Сравнение их теоретических и выборочных характеристик.

5. Генерация случайных величин, имеющих распределение Пуассона, в среде MS Excel с помощью стандартных функций и опций надстройки «Анализ данных». Сравнение их теоретических и выборочных характеристик.

6. Генерация случайных величин, имеющих Равномерное распределение, в среде MS Excel с помощью стандартных функций и опций надстройки «Анализ данных». Сравнение их теоретических и выборочных характеристик.

7. Генерация случайных величин, имеющих распределение Гаусса, в среде MS Excel с помощью стандартных функций и опций надстройки «Анализ данных». Сравнение их теоретических и выборочных характеристик.

8. Моделирование произвольных случайных событий в среде MS Excel с помощью стандартных функций и опций надстройки «Анализ данных».

9. Моделирование произвольных дискретных случайных величин в среде MS Excel с помощью стандартных функций и опций надстройки «Анализ данных».

10. Моделирование непрерывных случайных величин методом обратных функций в среде MS Excel с помощью стандартных функций и опций надстройки «Анализ данных».

11. Моделирование многомерных случайных величин в среде MS Excel с помощью стандартных функций и опций надстройки «Анализ данных».

12. Моделирование случайных величин, имеющих гамма- и бета-распределения в среде MS Excel с помощью стандартных функций и опций надстройки «Анализ данных».

13. Моделирование потоков событий. Моделирование нестационарных стохастических потоков в среде MS Excel с помощью стандартных функций и опций надстройки «Анализ данных».

14. Оценка значения определенного интеграла методом Монте-Карло в среде MS Excel с помощью стандартных функций и опций надстройки «Анализ данных».

15. Моделирование (генерация и последующая обработка) случайных процессов в среде MS Excel. Выявление линейных трендов по наблюдениям с применением стандартных средств сглаживания MS Excel.

16. Моделирование (генерация и последующая обработка) случайных процессов в среде MS Excel. Выявление синусоидальных трендов по наблюдениям с применением стандартных средств сглаживания MS Excel.

17. Моделирование (генерация и последующая обработка) случайных процессов в среде MS Excel. Выявление экспоненциальных трендов по наблюдениям с применением стандартных средств сглаживания MS Excel.

18. Моделирование (генерация и последующая обработка) случайных процессов в среде MS Excel. Выявление кусочно-линейных трендов по наблюдениям с применением стандартных средств сглаживания MS Excel.

19. Моделирование (генерация и последующая обработка) случайных процессов в среде MS Excel. Выявление разрывных кусочно-постоянных трендов по наблюдениям с применением стандартных средств сглаживания MS Excel.

20. Построение в среде AnyLogic дискретно-событийной модели и проведение на ней полного факторного эксперимента (ПФЭ). Обработка результатов в среде MS Excel.

21. Проведение на дискретно-событийной модели, построенной в AnyLogic, дробной реплики полного факторного эксперимента. Обработка результатов в среде MS Excel.

22. Проведение на модели системной динамики, построенной в AnyLogic, полного факторного эксперимента. Обработка результатов в среде MS Excel.

23. Проведение на агентной модели, построенной в AnyLogic, полного факторного эксперимента. Обработка результатов в среде MS Excel.

24. Проведение на модели системной динамики, построенной в AnyLogic, эксперимента по поиску оптимальных условий. Обработка результатов в среде MS Excel.

25. Проведение на дискретно-событийной модели, построенной в AnyLogic, эксперимента по поиску оптимальных условий. Обработка результатов в среде MS Excel.

3.3 Примерная тематика курсовых работ

1. Исследование модели возмущенного движения космического аппарата в поле тяготения Земли методом оскулирующих элементов при заданных условиях.
2. Моделирование работы элемента подвески автомобиля: масса на пружине и

демпфере

3. Моделирование движение транспорта на съезде с автомагистрали в г.Королев
4. Упрощенная модель работы супермаркета и обслуживания покупателей
5. Моделирование процесса инфекционного заражения в парке
6. Моделирование полета ядра в атмосфере
7. Моделирование процесса инфекционного заражения в парке
8. Моделирование работы пешеходного перехода и движения автомобилей
9. Моделирование работы гидроэлектростанции в зависимости от времени года
10. Моделирование работы сердца человека
11. Моделирование движения автотранспорта и пешеходных потоков на жд станции в г.Королев
12. Моделирование работы серверной станции распределенных вычислений

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

Формой контроля знаний по дисциплине «Среды и методы имитационного моделирования и планирование вычислительного эксперимента» являются два текущих контроля знаний в форме тестирования и экзамен, проводимый по материалам лекций и выполненным практическим заданиям.

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 1, 2	ПК-3, ПК-5	15 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру - 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка - 0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов
Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса	Экзамен	ПК-3, ПК-5	2 вопроса и 1 задача	Время, отведенное на процедуру – 45 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	Критерии оценки: «Отлично»: • знание всех понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на

						<p>практических занятиях;</p> <ul style="list-style-type: none"> • знание всех методов, изучаемых предметов; • ответ на все вопросы билета и правильное решение задачи. <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 методов, изучаемых предметов; • ответ на вопросы билета и решение задачи с незначительными погрешностями. <p>«Удовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • знание основных понятий предмета; • слабое умение использовать и применять полученные знания на практике; • пассивная работа на практических занятиях; • знание не всех методов, изучаемых предметов; • ответ не на все вопросы билета, решение задачи с ошибками. <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 билета и не умеет решать задачи.
--	--	--	--	--	--	--

4.1. Типовые вопросы, выносимые на экзамен

1. Понятие модели. Классификация моделей и место имитационного моделирования в этой классификации.
2. Способы получения случайных чисел. Принципы построения датчиков псевдослучайных чисел.
3. Моделирование дискретных случайных величин. Моделирование случайных событий.
4. Метод обратных функций – основной прием моделирования непрерывной случайной величины.
5. Моделирование случайной величины с экспоненциальным распределением по методу обратных функций.
6. Моделирование многомерных случайных величин.
7. Моделирование гамма- и бета-распределения.
8. Моделирование гауссовской случайной величины.
9. Классификация и основные характеристики СМО. Способы моделирования СМО.
10. Принципы моделирования потоков событий. Моделирование нестационарных стохастических потоков.
11. Оценка значения определенного интеграла методом Монте-Карло.
12. Основные этапы построения динамических моделей в среде AnyLogic.
13. Интерфейс эксперимента AnyLogic для связи с параметрами модели.
14. Базовые элементы AnyLogic, необходимые для построения СМО и их характеристики.
15. Построение анимации процесса обслуживания заявок СМО в AnyLogic.
16. Определение среднего числа заявок в очереди и числа обслуженных заявок в модели AnyLogic.
17. Основные этапы создания гистограмм в AnyLogic для модели СМО.
18. Основные этапы создания и особенности проведения оптимизационного эксперимента в AnyLogic.

19. Основные этапы создания пешеходной модели в AnyLogic. Особенности процесса анимации движения пешеходов в пешеходной модели.
20. Объекты и цели планирования эксперимента. Эффект оптимального взвешивания.
21. Элементы планирования эксперимента: факторы, отклик, план эксперимента. Их свойства.
22. Полный факторный эксперимент (ПФЭ). Свойства оптимальности ПФЭ. Дробные реплики полного факторного эксперимента.
23. Оценка значимости коэффициентов регрессионной модели, построенной по полному факторному эксперименту.
24. Показатели и критерии оптимальности планирования эксперимента.
25. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.

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.

*ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН*

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
«СРЕДЫ И МЕТОДЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И
ПЛАНИРОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА»**

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль: Программирование, математическое моделирование

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королев
2023

1. Общие положения

Цель дисциплины:

1. формирование способности к восприятию, обобщению и анализу информации, необходимой для оценки вариантов, обеспечения и поддержки принятия эффективных конструкторских и управленческих решений;
2. освоение необходимого инструментария, применяемого при оценке вариантов, выборе эффективных конструкторских и управленческих решений;
3. формирование готовности применять методы математического анализа и моделирования сложных систем и процессов в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

1. Освоение студентами теоретических методов дисциплины, применяемых при оценке вариантов и выборе эффективных конструкторских и управленческих решений;
2. Получение студентами умений и навыков, применяемых для решения практических задач оценки вариантов и выбора эффективных конструкторских и управленческих решений.

2. Указания по проведению практических занятий

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: *компьютерное моделирование.*

Образовательные технологии: *технологии компьютерного обучения.*

Тема и содержание практического занятия: Тема 1. Методы имитационного моделирования.

- *Генерация и статистический анализ случайных явлений в среде MS Excel.*

Продолжительность занятия – 16 ч.

Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: *компьютерное моделирование.*

Образовательные технологии: *технологии компьютерного обучения.*

Тема и содержание практического занятия: Тема 2. Инструментальные средства имитационного моделирования.

- *Построение и анализ многоподходных моделей в среде AnyLogic.*

Продолжительность занятия – 16 ч.

Практическое занятие 3.

Вид практического занятия: *компьютерное моделирование.*

Образовательные технологии: *технологии компьютерного обучения.*

Тема и содержание практического занятия: Тема 3. Методы оптимального планирования эксперимента.

- *Планирование и проведение имитационных регрессионных и оптимизационных экспериментов на моделях, построенных в среде AnyLogic.*

Продолжительность занятия – 16 ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрено учебным планом.

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Методы имитационного моделирования	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (генерация реализаций марковских цепей).
2.	Инструментальные средства имитационного моделирования	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (построение комбинированных моделей).
3.	Методы оптимального планирования эксперимента	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (планирование нелинейных регрессионных экспериментов).

5. Указания по проведению контрольных работ для обучающихся очной формы обучения

Пояснения по содержанию, выполнению и оформлению работы:

Контрольная работа проводится с использованием ЭВМ. Задача оценивается в 5 баллов. Учитывается наличие всех указанных в задаче объектов метаданных, процедур обработки информации в модулях форм или документов, удобного интерфейса.

ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ

После создания проекта обучающиеся предоставляют письменный отчет о проделанной работе (контрольную работу).

Контрольная работа должна содержать:

Титульный лист установленного образца

Содержание

Индивидуальное задание (указать индивидуальное задание, цели и задачи выполнения данного задания)

1. Техника безопасности
2. Выбор средств и реализация поставленных задач (описание работы)
3. Выводы (самоанализ проделанной работы: итог, трудности, новое, интересное и т. д.)
4. Список литературы

Приложения

Критерии оценок:

«отлично» - все объекты метаданных присутствуют, обмен информацией верен, пользовательские процедуры написаны на встроенном языке и

выполняются без сбоев, интерфейс удобен, конфигурация успешно работает, созданы интерфейс и набор прав пользователей.

«хорошо» - все объекты метаданных присутствуют, обмен информацией может содержать незначительные ошибки, пользовательские процедуры написаны на встроенном языке и выполняются без сбоев, конфигурация успешно работает, созданы интерфейс и набор прав пользователей.

«удовлетворительно» - основные объекты метаданных присутствуют, обмен информацией может содержать незначительные ошибки, пользовательские процедуры на встроенном языке выполняются без сбоев, конфигурация успешно работает.

«неудовлетворительно» - основные объекты метаданных присутствуют, обмен информацией содержит ошибки, пользовательские процедуры на встроенном языке содержат ошибки либо вообще отсутствуют, конфигурация не работает.

Контрольная работа сдается на электронных носителях в виде каталога с названием фамилии студента, содержащего информационную базу и задачи на бумажном носителе в виде контрольной работы.

УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Общие требования

Текстовые документы выполняются на листах белой бумаги стандартного формата А4 (Приложение В, Д). Для страницы документа устанавливаются поля: Верхнее - 1,6 мм; Левое - 2,4 мм; правое - 1,0 мм, нижнее - 3,1 мм.

Примечание: Параметры страницы устанавливаются в меню Файл->Параметры страницы:

Текстовые документы выполняются с применением персонального компьютера, в текстовом процессоре MS Word, шрифтом Times New Roman №16 (по усмотрению преподавателя может быть №14), междустрочный интервал 1,5, строчными буквами.

Поля устанавливаются для текста:

в начале строки - не менее 3 мм

в конце строки - не менее 3 мм.

Расстояние от верхней и нижней строки текста до линии рамки должно быть не менее 10 мм. (Приложение В, Г)

Поврежденные листы, помарки, следы прежнего, не полностью удаленного текста не допускаются.

Абзацный отступ - 1,25мм. Устанавливается в меню Формат->Абзац:

Построение документов

Текст документа при необходимости разделяют на разделы и подразделы.

Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами с точкой в пределах документа. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах раздела. Номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделенной точкой.

В конце номера подраздела, также ставится точка.

Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов

Если раздел состоит из одного пункта, он нумеруется. Номер пункта состоит из номера раздела, номера подраздела и номера пункта, разделенных точками.

Подпункты в пределах пункта или перечисление требований, указаний, положений обозначаются арабскими цифрами со скобкой, например, 1), 2), 3) и т.д.

Каждый пункт, подпункт, перечисления записывают с нового абзаца, шрифтом Times New Roman № 18

Наименование разделов и подразделов записываются в виде заголовка, выровненного по центру, шрифтом Times New Roman №22, прописными буквами.

Наименование разделов и подразделов записывается в виде заголовка, шрифтом Times New Roman №22, строчными буквами, первая буква прописная.

В конце заголовка точку не ставят.

Расстояние между заголовками раздела и подразделов 10 мм (межстрочный интервал полуторный), между заголовками и текстом 15 мм (межстрочный интервал двойной), между последней строкой текста и последующим заголовком должно быть 15мм. (межстрочный интервал двойной).

Каждый раздел документа следует начинать с нового листа.

Каждый пункт текста записывается с абзаца (отступ красной строки 15 мм.), цифры, указывающие номер пунктов, не должны выступать за границу абзаца.

Оформление формул

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими стандартами

Если в документе более одной формулы, их нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела или всего документа. Номер указывают с правой стороны листа, арабскими цифрами на уровне формулы в круглых скобках.

Оформление иллюстраций и приложений

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста.

Все иллюстрации нумеруются в пределах всего документа арабскими цифрами сквозной нумерации, за исключением иллюстраций приложений.

Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

Пример оформления списка литературы: Андреев А.Ф. Применение грузозахватных устройств для строительно-монтажных работ: М.: Стройиздат, 1985. – 400 С.

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

Основная литература:

1. Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие / Д.Ю. Каталевский. - М.: Издательский

дом «Дело» РАНХиГС. - 2015. - 406 с. - [электронный ресурс] // <https://e.lanbook.com/book/74852>.

2. Марголис Н.Ю. Имитационное моделирование. / Н.Ю. Марголис. – Томск: Нац.исслед. ТГУ. – 2015. – 130 с. - [электронный ресурс] // <https://e.lanbook.com/book/71552>

3. Березовская Е.А. Имитационное моделирование / Е.А. Березовская; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Экономический факультет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. – 76 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499496>

4. Решмин Б.И. — Имитационное моделирование и системы управления. Учебно-практическое пособие Издательство "Инфра-Инженерия" 978-5-9729-0120-3 74 2016, <https://e.lanbook.com/book/80296>

Дополнительная литература:

1. Черняева С. Н. Имитационное моделирование систем: учебное пособие / С. Н. Черняева, В. В. Денисенко. — Воронеж: ВГУИТ, 2016. — 94 с. — ISBN 978-5-00032-180-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76259>

2. Щурин К. В. Планирование и обработка результатов эксперимента: учебное пособие / К. В. Щурин, О. А. Копылов, И. Г. Панин. — Королёв: МГОТУ, 2019. — 196 с. — ISBN 978-5-00140-385-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140930>.

3. Гиссин В. И. Планирование эксперимента и обработка результатов: учебное пособие: [16+] / В. И. Гиссин; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). – Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2018. – 131 с.: схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567016>.

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

Интернет-ресурсы:

<http://www.znaniyum.com/> - электронно-библиотечная система

<http://www.e.lanbook.com/> - ЭБС Издательства "ЛАНЬ"

<http://www.rucont.ru/> - электронно-библиотечная система

<http://www.biblioclub.ru/> - университетская библиотека онлайн

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

Перечень программного обеспечения: MSOffice

Информационные справочные системы: Электронные ресурсы образовательной среды Университета.