



Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Московской области

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова



«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор

В.А. Старцев

2022 г.

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ  
ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ В СЛОЖНЫХ  
ОБЪЕКТАХ»**

Направление подготовки: 02.06.01 Компьютерные и информационные науки

Направленность: Системный анализ, управление и обработка информации,  
статистика

Год набора: 2021

Форма обучения: Очная

Королев  
2022

**Вилисов В.Я. Рабочая программа дисциплины: Методы и системы имитационного моделирования для визуализации и анализ информации в сложных объектах. – Королев МО: «Технологический университет», 2022 – 25 с.**

Рецензент: *д.ф.-м.н. проф. Самаров К.Л.*

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС) по направлению подготовки аспирантов 02.06.01 Компьютерные и информационные науки (направленности «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика») и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол № 14 от 28.06.2022 года

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры математики и естественнонаучных дисциплин (протокол №11 от 10.06.2022 г.).

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ (Чаясова О.В., к.ф.-м.н)

Заведующая библиотекой «МГОТУ» \_\_\_\_\_ Л.Г.Полубелова

Программа «Методы и системы имитационного моделирования для визуализации и анализ информации в сложных объектах.» рекомендована к реализации в учебном процессе на заседании Научно – технического совета (протокол № 1 от 28 марта 2022 года).

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

**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 аспирант приобретает и совершенствует следующие компетенции.

**Универсальные компетенции:**

– (УК-1) способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

**Общепрофессиональные компетенции:**

– (ОПК-1) способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

**Профессиональные компетенции:**

– (ПК-1) способность формализованной постановки задач, разработки критериев, методов и моделей оценки эффективности функционирования сложных прикладных объектов, их системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации;

– (ПК-2) владеть навыками разработки специальных математических методов и программно-алгоритмических средств для решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.

Основными **задачами** дисциплины являются:

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

После завершения освоения данной дисциплины аспирант должен:

**Знать:**

- основные понятия, методы, модели, алгоритмы и другие теоретические сведения, составляющие предмет дисциплины

«Методы и системы имитационного моделирования для визуализации и анализ информации в сложных объектах».

**Уметь:**

- использовать теоретические сведения при решении практических задач.

**Владеть:**

- необходимыми навыками применения инструментария дисциплины «Методы и системы имитационного моделирования для визуализации и анализ информации в сложных объектах» для решения конкретных задач выбора эффективных конструкторских и управленческих решений.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина относится к вариативной части и является дисциплиной по выбору основной профессиональной образовательной программы подготовки аспирантов по направлению 02.06.01– Компьютерные и информационные науки (направленности «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика») изучается в 4-м семестре.

Дисциплина базируется на курсах «Методы, алгоритмы и системы интеллектуальной поддержки принятия решений», «Методы идентификации в задачах анализа и структурно-параметрического синтеза сложных систем» и компетенциях УК-1, ОПК-1, ПК-3, ПК-4.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми при выполнении выпускной квалификационной работы аспиранта.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для аспирантов очной формы составляет 3 зачетных единицы, 108 часа.

Таблица 1

| <b>Виды занятий</b>           | <b>Всего часов</b> |
|-------------------------------|--------------------|
| <b>Общая трудоемкость</b>     | <b>108</b>         |
| <b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>   |                    |
| <b>Аудиторные занятия</b>     | <b>18</b>          |
| Лекции (Л)                    | 6                  |
| Практические занятия (ПЗ)     | 12                 |
| Семинарские занятия (СЗ)      | -                  |
| Лабораторные работы (ЛР)      | -                  |
| <b>Самостоятельная работа</b> | <b>90</b>          |
| <b>Вид итогового контроля</b> | <b>Экзамен</b>     |

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

| Наименование тем  | Лекции, час. очное | Практические занятия, час. очное | Семинарские занятия, час. очное | Код компетенций |
|---|--------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Тема 1. Методы имитационного моделирования                    | 2                  | 4                                | -                               | ПК-1            |
| Тема 2. Инструментальные средства имитационного моделирования | 2                  | 4                                | -                               | ПК-2            |
| Тема 3. Методы оптимального планирования эксперимента         | 2                  | 4                                | -                               | ОПК-1, УК-1     |
| <b>Итого:</b>   | <b>6</b>           | <b>12</b>                        | <b>-</b>                        |                 |

### 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 (Приложение 2).

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

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Методы и системы имитационного моделирования для визуализации и анализ информации в сложных объектах» приведен в Приложении 1.

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

### **Основная литература:**

1. Новиков, А. И. Экономико-математические методы и модели : учебник / А. И. Новиков. – 4-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2021. – 532 с. : ил., табл., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684328> (дата обращения: 04.09.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-04300-0. – Текст : электронный.
2. Вдовин, В. М. Теория систем и системный анализ : учебник / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, В. А. Валентинов. – 6-е изд., стер. – Москва : Дашков и К°, 2022. – 643 с. : ил., табл., схем., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684426> (дата обращения: 04.09.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-04581-3. – Текст : электронный.

### **Дополнительная литература:**

1. Березовская, Е.А. Имитационное моделирование : учебное пособие / Е.А. Березовская ; Мини-стерство 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. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9275-2426-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499496>

(07.06.2019).

2. Бурьков, Д. В. Математическое и имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем : учебное пособие : [16+] / Д. В. Бурьков, Ю. П. Волощенко ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таган-рог : Южный федеральный университет, 2020. – 159 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по под-писке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612169> (дата обращения: 25.07.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-3625-2. – Текст : электрон-ный.
3. Зубарев, А. А. Имитационное моделиро-вание динамических си-стем в среде AnyLogic : учебное пособие : [16+] / А. А. Зубарев ; Омский государственный техниче-ский университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2020. – 82 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по под-писке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682373> (дата обращения: 11.09.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2985-3. – Текст : электрон-ный.
4. Гиссин, В. И. Пла-нирование эксперимента и обработка результатов : учебное пособие : [16+] / В. И. Гиссин ; Ростовский государственный эконо-мический университет (РИНХ). – Ростов-на-Дону : Издательско-полиграфический ком-плекс РГЭУ (РИНХ), 2018. – 131 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по под-писке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567016> (дата обращения: 11.09.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7972-2431-0. – Текст : электрон-ный.
5. Лисяк, В. В. Моде-лирование информацион-ных систем : учебное по-собие : [16+] / В. В. Лисяк, Н. К. Лисяк. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – 89 с. : ил. – Режим доступа: по под-писке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561102> (дата обращения: 11.09.2022). – Библиогр.: 85. – ISBN 978-5-9275-2881-3. – Текст : электрон-ный.

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

### **Интернет-ресурсы:**

1. <http://biblioclub.ru/> - Университетская библиотека ONLINE.
2. <http://www.rucont.ru/> - Электронная библиотека Руконт.
3. <http://www.znanium.com/> - Электронная библиотека издательства Инфра-

М.



4. <http://e.lanbook.com/> - Электронная библиотека Лань.

5. <http://window.edu.ru/> - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».

6. <http://www.anylogic.ru/> - Сайт системы имитационного моделирования AnyLogic, содержащий методические и учебные материалы по имитационному моделированию в свободном доступе для различных прикладных сфер.

7. <http://www.runthamodel.com/> - Библиотека имитационных моделей, находящихся в свободном доступе, выполненных в среде AnyLogic.

8. [http:// www.akademy.it.ru](http://www.akademy.it.ru) - Академия АЙТИ.

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2.

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

#### **Перечень программного обеспечения:**

*MS Office, Mathcad, AnyLogic.*

#### **Информационные справочные системы:**

1. *Электронные ресурсы образовательной среды «МГОТУ».*

2. *Информационно-справочные системы Консультант +, Гарант.*

### **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 аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом 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 аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом 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 АСПИРАНТОВ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ**

**«МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ  
ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ В СЛОЖНЫХ  
ОБЪЕКТАХ»**

**(Приложение 1 к рабочей программе)**

**Направление подготовки: 02.06.01 Компьютерные и информационные науки**

**Направленность: Системный анализ, управление и обработка информации,  
статистика**

**Год набора: 2021**

**Форма обучения: Очная**

Королев  
2022

## 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 должен: |   |  |
|-------|--------------------|---|---|--|---|--|
|       |                    |   |   | Знать  | уметь   | владеть  |
| 1.    | ПК-1               | способность формализованно и постановки задач, разработки критериев, методов и моделей оценки функционирования сложных прикладных объектов, их системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации | <b>Тема 1. Методы имитационного моделирования</b>                         | основные элементы и особенности имитационного моделирования  | пользоваться всеми необходимыми методами имитационного моделирования  | методами имитационного моделирования для успешного решения профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов  |
| 2.    | ПК-2               | владеть навыками разработки специальных математических методов и программно-алгоритмических средств для решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации                          | <b>Тема 2. Инструментальные средства имитационного моделирования</b>      | основные методы, реализованные в инструментальных средствах имитационного моделирования                                | пользоваться всеми необходимыми средствами, реализованными и в инструментальных средствах имитационного моделирования | средствами, реализованными в инструментальных средствах имитационного моделирования для успешного решения профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов |
| 3.    | УК-1<br>ОПК-1      | способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том  | <b>Тема 3. Методы оптимального планирования эксперимента</b>              | методы оптимального планирования эксперимента  | методами оптимального планирования эксперимента при решении профессиональных задач                                    | методами оптимального планирования эксперимента для содержательной интерпретации полученных результатов  |

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  | числе в междисциплинарных областях; способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

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

| Код компетенции | Инструменты, оценивающие сформированность компетенции | Показатель оценивания компетенции  | Критерии оценки  |
|-----------------|---|--|--|
| УК-1            | Письменное задание                                    | А) полностью сформирована<br><b>5 баллов</b><br>В) частично сформирована<br><b>3-4 балла</b><br>С) не сформирована<br><b>2 балла</b> | 1. Проводится в форме практической работы, выполняемой на компьютере.<br>2.Время, отведенное на процедуру – 100 мин.<br>Неявка – 0.<br>Критерии оценки:<br>1.Соответствие работы уровню формирования компетенции (0-5 баллов).<br>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.<br>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.                 |
| ОПК-1           | Письменное задание                                    | А) полностью сформирована<br><b>5 баллов</b><br>В) частично сформирована<br><b>3-4 балла</b><br>С) не сформирована<br><b>2 балла</b> | 1. Проводится в форме практической работы, выполняемой на компьютере.<br>2.Время, отведенное на процедуру – 100 мин.<br>Неявка – 0.<br>Критерии оценки:<br>1.Соответствие работы уровню формирования компетенции (0-5 баллов).<br>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.<br>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.                 |
| ПК-1            | Письменное задание                                    | А) полностью сформирована<br><b>5 баллов</b><br>В) частично сформирована<br><b>3-4 балла</b><br>С) не сформирована<br><b>2 балла</b> | 1. Проводится в форме 3-х практических работ, выполняемых на компьютере.<br>2.Время, отведенное на процедуру (все работы) – 170 мин.<br>Неявка – 0.<br>Критерии оценки:<br>1.Соответствие работы уровню формирования компетенции (0-5 баллов).<br>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.<br>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал. |
| ПК-2            | Письменное задание                                    | А) полностью сформирована<br><b>5 баллов</b><br>В) частично сформирована<br><b>3-4 балла</b>   | 1. Проводится в форме 3-х практических работ, выполняемых на компьютере.<br>2.Время, отведенное на процедуру (все работы) – 170 мин.   |



|  |  |                                      |   |
|--|--|--------------------------------------|---|
|  |  | С) не сформирована<br><b>2 балла</b> | Неявка – 0.<br>Критерии оценки:<br>1. Соответствие работы уровню формирования компетенции (0-5 баллов).<br>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.<br>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал. |
|--|--|--------------------------------------|---|

### 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 письменные задания

1. Генерация случайных явлений с заданными свойствами. Необходимо выполнить генерацию случайного явления с заданными значениями статистических характеристик. В числе таких явлений могут быть: случайные события, случайные величины, случайные процессы. Необходимо сформировать выборку размером  $n$ . При этом следует обеспечить значения таких характеристик как: математическое ожидание  $M$ , среднеквадратическое отклонение  $\sigma$ , постоянную времени  $\theta$  экспоненциальной автокорреляционной функции. В качестве исходной выборки следует использовать базовое распределение (равномерное на интервале от 0 до 1).

Варианты исходных данных:

- 1.1. Случайное событие:  $n = 100$ ;  $M = 20$ ;  $\sigma = 1$ .
- 1.2. Случайное событие:  $n = 200$ ;  $M = 10$ ;  $\sigma = 2$ .
- 1.3. Случайное событие:  $n = 300$ ;  $M = 5$ ;  $\sigma = 0.1$ .
- 1.4. Случайная величина:  $n = 100$ ;  $M = 8$ ;  $\sigma = 0.5$ .
- 1.5. Случайная величина:  $n = 200$ ;  $M = 16$ ;  $\sigma = 1$ .
- 1.6. Случайная величина:  $n = 300$ ;  $M = 24$ ;  $\sigma = 2$ .
- 1.7. Случайный процесс:  $n = 100$ ;  $M = 11$ ;  $\sigma = 1$ ;  $\theta = 0.1$ .
- 1.8. Случайный процесс:  $n = 200$ ;  $M = 22$ ;  $\sigma = 2$ ;  $\theta = 0.2$ .
- 1.9. Случайный процесс:  $n = 300$ ;  $M = 33$ ;  $\sigma = 3$ ;  $\theta = 0.3$ .
- 1.10. Случайный процесс:  $n = 400$ ;  $M = 44$ ;  $\sigma = 4$ ;  $\theta = 0.4$ .

2. Генерация случайных величин стандартными средствами MS Excel. Необходимо выполнить генерацию случайных величин, воспользовавшись инструментальными средствами MS Excel (надстройка «Анализ данных») с определенными законами распределения. Необходимо сформировать выборку размером  $n$ . При этом следует обеспечить значения характеристик соответствующих распределений. После генерации необходимо вычислить

оценки распределений по выборке и оценить степень близости характеристик эмпирического распределения к теоретическому. При генерации параметрами теоретического распределения следует задаться.

Варианты исходных данных:

- 2.1. Распределение Бернулли:  $n = 100$ .
- 2.2. Распределение Бернулли:  $n = 200$ .
- 2.3. Биномиальное распределение:  $n = 300$ .
- 2.4. Биномиальное распределение:  $n = 100$ .
- 2.5. Распределение Пуассона:  $n = 200$ .
- 2.6. Распределение Пуассона:  $n = 300$ .
- 2.7. Нормальное распределение:  $n = 100$ .
- 2.8. Нормальное распределение:  $n = 200$ .
- 2.9. Равномерное распределение:  $n = 300$ .
- 2.10. Равномерное распределение:  $n = 400$ .

3. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Для функции двух переменных (параболоид с аддитивными ошибками измерений  $\varepsilon$ ) вида:  $z = a(x - m)^2 + b(y - n)^2 + c + \varepsilon$ , где  $m$  и  $n$  координаты смещенного экстремума параболоида,  $a, b, c$  – другие параметры параболоида (ими следует задаться). Предполагая неизвестным уравнение связи  $z(x, y)$ , найти координаты экстремума, выполнив итерационную процедуру Бокса-Уилсона.

Варианты исходных данных:

- 3.1.  $m = 10; n = 200$ .
- 3.2.  $m = 20; n = 195$ .
- 3.3.  $m = 30; n = 190$ .
- 3.4.  $m = 40; n = 185$ .
- 3.5.  $m = 50; n = 180$ .
- 3.6.  $m = 60; n = 175$ .
- 3.7.  $m = 70; n = 170$ .
- 3.8.  $m = 80; n = 165$ .
- 3.9.  $m = 90; n = 160$ .
- 3.10.  $m = 100; n = 155$ .

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

Формой контроля знаний по дисциплине «Методы и системы имитационного моделирования для визуализации и анализ информации в сложных объектах» в виде экзамена, проводимого в устной форме по материалам лекций и выполненным практическим заданиям.

| Вид оценочного средства | Код компетенций, оценивающий знания, умения, навыки | Содержание оценочного средства | Требования к выполнению  | Срок сдачи (неделя семестра)                          | Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов   |
|-------------------------|---|--------------------------------|--|---|---|
| Экзамен                 | УК-1<br>ОПК-1<br>ПК-1<br>ПК-2                       | Билет с 2 вопросами и задачей  | Экзамен проводится в устной форме, путем ответа на вопросы и решением задачи<br>Время отведенное на процедуру – 0.35 часа. | Результаты предоставляются в день проведения экзамена | <p>Критерии оценки:</p> <p><b>«Отлично»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание всех понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на практических занятиях;</li> <li>• знание всех методов, изучаемых предметов;</li> <li>• ответ на все вопросы билета и правильное решение задачи.</li> </ul> <p><b>«Хорошо»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• работа на практических занятиях;</li> <li>• знание основных методов, изучаемых предметов;</li> <li>• ответ на вопросы билета и решение задачи с незначительными погрешностями.</li> </ul> <p><b>«Удовлетворительно»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• знание основных понятий предмета;</li> <li>• слабое умение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• пассивная работа на практических занятиях;</li> <li>• знание не всех методов, изучаемых предметов;</li> <li>• ответ не на все вопросы билета, решение задачи с ошибками.</li> </ul> <p><b>«Неудовлетворительно»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;</li> <li>• незнание основных понятий предмета;</li> <li>• неумение использовать и применять полученные знания на практике;</li> <li>• не работал на практических занятиях;</li> <li>• не отвечает на вопросы билета и не умеет решать задачи.</li> </ul> |

## 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.

## ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЭКЗАМЕН

1. 1. Генерация случайных явлений с заданными свойствами. Необходимо выполнить генерацию случайного явления с заданными значениями статистических характеристик. В числе таких явлений могут быть: случайные события, случайные величины, случайные процессы. Необходимо сформировать выборку размером  $n$ . При этом следует обеспечить значения таких характеристик как: математическое ожидание  $M$ , среднеквадратическое отклонение  $\sigma$ , постоянную времени  $\theta$  экспоненциальной автокорреляционной функции. В качестве исходной выборки следует использовать базовое распределение (равномерное на интервале от 0 до 1).
2. Варианты исходных данных:
  3. 1.1. Случайное событие:  $n = 100$ ;  $M = 20$ ;  $\sigma = 1$ .
  4. 1.2. Случайное событие:  $n = 200$ ;  $M = 10$ ;  $\sigma = 2$ .
  5. 1.3. Случайное событие:  $n = 300$ ;  $M = 5$ ;  $\sigma = 0.1$ .
  6. 1.4. Случайная величина:  $n = 100$ ;  $M = 8$ ;  $\sigma = 0.5$ .
  7. 1.5. Случайная величина:  $n = 200$ ;  $M = 16$ ;  $\sigma = 1$ .
  8. 1.6. Случайная величина:  $n = 300$ ;  $M = 24$ ;  $\sigma = 2$ .
  9. 1.7. Случайный процесс:  $n = 100$ ;  $M = 11$ ;  $\sigma = 1$ ;  $\theta = 0.1$ .
  - 10.1.8. Случайный процесс:  $n = 200$ ;  $M = 22$ ;  $\sigma = 2$ ;  $\theta = 0.2$ .
  - 11.1.9. Случайный процесс:  $n = 300$ ;  $M = 33$ ;  $\sigma = 3$ ;  $\theta = 0.3$ .
  - 12.1.10. Случайный процесс:  $n = 400$ ;  $M = 44$ ;  $\sigma = 4$ ;  $\theta = 0.4$ .
- 13.
- 14.2. Генерация случайных величин стандартными средствами MS Excel. Необходимо выполнить генерацию случайных величин, воспользовавшись инструментальными средствами MS Excel (надстройка «Анализ данных») с определенными законами распределения. Необходимо сформировать выборку размером  $n$ . При этом следует обеспечить значения характеристик соответствующих распределений. После генерации необходимо вычислить оценки распределений по выборке и оценить степень близости характеристик эмпирического распределения к теоретическому. При генерации параметрами теоретического распределения следует задаться.
15. Варианты исходных данных:
  - 16.2.1. Распределение Бернулли:  $n = 100$ .
  - 17.2.2. Распределение Бернулли:  $n = 200$ .
  - 18.2.3. Биномиальное распределение:  $n = 300$ .
  - 19.2.4. Биномиальное распределение:  $n = 100$ .
  - 20.2.5. Распределение Пуассона:  $n = 200$ .
  - 21.2.6. Распределение Пуассона:  $n = 300$ .
  - 22.2.7. Нормальное распределение:  $n = 100$ .
  - 23.2.8. Нормальное распределение:  $n = 200$ .
  - 24.2.9. Равномерное распределение:  $n = 300$ .
  - 25.2.10. Равномерное распределение:  $n = 400$ .
- 26.
- 27.3. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Для

функции двух переменных (параболоид с аддитивными ошибками измерений  $\varepsilon$ ) вида:  $z = a(x - m)^2 + b(y - n)^2 + c + \varepsilon$ , где  $m$  и  $n$  координаты смещенного экстремума параболоида,  $a, b, c$  – другие параметры параболоида (ими следует задаться). Предполагая неизвестным уравнение связи  $z(x, y)$ , найти координаты экстремума, выполнив итерационную процедуру Бокса-Уилсона.

28. Варианты исходных данных:

29.3.1.  $m = 10; n = 200$ .

30.3.2.  $m = 20; n = 195$ .

31.3.3.  $m = 30; n = 190$ .

32.3.4.  $m = 40; n = 185$ .

33.3.5.  $m = 50; n = 180$ .

34.3.6.  $m = 60; n = 175$ .

35.3.7.  $m = 70; n = 170$ .

36.3.8.  $m = 80; n = 165$ .

37.3.9.  $m = 90; n = 160$ .

38.3.10.  $m = 100; n = 155$ .



**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ**

**КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ АСПИРАНТОВ ПО  
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ  
ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ В СЛОЖНЫХ  
ОБЪЕКТАХ»**

**(Приложение 2 к рабочей программе)**

**Направление подготовки: 02.06.01 Компьютерные и информационные науки**

**Направленность: Системный анализ, управление и обработка информации,  
статистика**

**Год набора 2021**

**Форма обучения: Очная**

Королев  
2022

## 1. Общие положения

### Цели 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 теоретических методов дисциплины, применяемых при оценке вариантов и выборе эффективных конструкторских и управленческих решений.

2. Получение 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: *смешанная форма практического занятия.*

Тема и содержание практического занятия: *Генерация и статистический анализ случайных явлений в среде MS Excel.*

- Формирование выборки исходной (равномерно распределенной) случайной величины (события, или процесса).

- Построение вторичной выборки случайного процесса (на основе исходной) с требуемыми статистическими характеристиками.

- Вычисление оценок статистических характеристик вторичной выборки и их сравнение с теоретическими значениями.

Продолжительность занятия – 4 ч.

Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Тема и содержание практического занятия: *Генерация случайных величин стандартными средствами среды MS Excel.*

- Формирование исходных данных (параметров) для генерации случайных величин.

- Генерация выборок случайных величин, соответствующих таким законам распределения как: Бернулли, Биномиальный, Пуассона, Нормальный, Равномерный.

- Вычисление выборочных оценок и сравнение эмпирических значений с теоретическими.

Продолжительность занятия – 4 ч.

Практическое занятие 3.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Тема и содержание практического занятия: *Планирование и проведение имитационных регрессионных и оптимизационных экспериментов на моделях, построенных в среде AnyLogic (или MS Excel).*

- Формирование имитационной среды для получения отклика при экспериментировании.
  - Построение оптимального плана имитационного эксперимента.
  - Проведение имитационного эксперимента и обработка его результатов.
- Продолжительность занятия – 4 ч.

### **3. Указания по проведению лабораторного практикума**

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### **4. Указания по проведению самостоятельной работы аспирантов**

| № п/п | Наименование блока (раздела) дисциплины               | Виды самостоятельной работы  |
|-------|---|--|
| 1.    | Методы имитационного моделирования                    | 1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы.<br>2. Выполнение практических заданий<br>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.<br>2. Выполнение практических заданий<br>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.<br>2. Выполнение практических заданий<br>3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (планирование нелинейных регрессионных экспериментов). |

### **5. Указания по проведению контрольных работ для аспирантов факультета заочного обучения**

Заочное обучение не предусмотрено

### **6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### Основная литература:

1. Новиков, А. И. Экономико-математические методы и модели : учебник / А. И. Новиков. – 4-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2021. – 532 с. : ил., табл., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684328> (дата обращения: 04.09.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-04300-0. – Текст : электронный.
2. Вдовин, В. М. Теория систем и системный анализ : учебник / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, В. А. Валентинов. – 6-е изд., стер. – Москва : Дашков и К°, 2022. – 643 с. : ил., табл., схем., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684426> (дата обращения: 04.09.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-04581-3. – Текст : электронный.

### Дополнительная литература:

1. Березовская, Е.А. Имитационное моделирование : учебное пособие / Е.А. Березовская ; Мини-стерство 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. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9275-2426-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499496> (07.06.2019).
2. Бурьков, Д. В. Математическое и имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем : учебное пособие : [16+] / Д. В. Бурьков, Ю. П. Волощенко ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2020. – 159 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612169> (дата обращения: 25.07.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-3625-2. – Текст : электронный.
3. Зубарев, А. А. Имитационное моделирование динамических систем в среде AnyLogic : учебное пособие : [16+] / А. А. Зубарев ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2020. – 82 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682373> (дата обращения:

11.09.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2985-3. – Текст : электронный.

4. Гиссин, В. И. Планирование эксперимента и обработка результатов : учебное пособие : [16+] / В. И. Гиссин ; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). – Ростов-на-Дону : Издательско-полиграфический ком-плекс РГЭУ (РИНХ), 2018. – 131 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567016> (дата обращения: 11.09.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7972-2431-0. – Текст : электронный.

5. Лисяк, В. В. Моделирование информационных систем : учебное пособие : [16+] / В. В. Лисяк, Н. К. Лисяк. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – 89 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561102> (дата обращения: 11.09.2022). – Библиогр.: 85. – ISBN 978-5-9275-2881-3. – Текст : электронный.

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

### **Интернет-ресурсы:**

1. <http://biblioclub.ru/> - Университетская библиотека ONLINE.

2. <http://www.rucont.ru/> - Электронная библиотека Руконт.

3. <http://www.znaniium.com/> - Электронная библиотека издательства Инфра-М.

4. <http://e.lanbook.com/> - Электронная библиотека Лань.

5. <http://window.edu.ru/> - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».

6. <http://www.anylogic.ru/> - Сайт системы имитационного моделирования AnyLogic, содержащий методические и учебные материалы по имитационному моделированию в свободном доступе для различных прикладных сфер.

7. <http://www.runthemodel.com/> - Библиотека имитационных моделей, находящихся в свободном доступе, выполненных в среде AnyLogic.

8. <http://www.akademy.it.ru> - Академия АЙТИ.

## **8. Перечень информационных технологий**

**Перечень программного обеспечения:** *MS Office, Mathcad, AnyLogic University, Java.*

### **Информационные справочные системы:**

1. Электронные ресурсы образовательной среды «МГОТУ».

2. Информационно-справочные системы Консультант +, Гарант.

3. Электронные книги:

- Конспект лекций по курсу «Методы и системы имитационного моделирования для визуализации и анализ информации в сложных объектах»;

- Практикум по курсу «Методы и системы имитационного моделирования для визуализации и анализ информации в сложных объектах»;

- Материалы, представленные в открытом доступе по адресам, указанным в разделе 7 Приложения 2.