

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по математике в объёме программы средней школы;

дисциплины программы бакалавриата: Математический анализ, Дискретная математика и математическая логика; Теория вероятностей и математическая статистика.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Практико-ориентированные задачи системного анализа, Исследование операций, Практикум по статистике, Системный анализ и принятие решений.

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	27.03.03 Системный анализ и управление (Профиль: Системный анализ и управление)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М5.5 Имитационное моделирование
Часть образовательной программы	Базовая часть, методологические основы системного анализа
Количество зачетных единиц/ всего часов	4 / 144

### 2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы	всего	Форма контроля
Очная	3	5	34	–	51	59	144	экзамен

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретическая и практическая подготовка студентов по основам анализа и синтеза процессов, структур систем и их отдельных подсистем, систем управления, систем поддержки принятия решений; подготовка студентов для научной и практической деятельности в области разработки моделей сложных систем и проведения исследований на этих моделях, формирование у студентов научного подхода.

## 4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 4.1. Компетенции

ОПК-9. Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно обоснованных решений в области системного анализа автоматического управления.

### 4.2. Индикаторы компетенций

ОПК-9.2. Применяет классические и современные методы имитационного моделирования для решения задач в области системного анализа автоматического управления.

#### 4.3. Результаты обучения

ОПК-9.2.1. Знает определения и утверждения, методы решения задач, применяемые для решения задач в области системного анализа.

ОПК-9.2.2. Умеет выбирать и использовать необходимые методы имитационного моделирования, решать задачи дисциплины.

ОПК-9.2.3. Владеет способностью выбирать метод решения задачи, устанавливает свойства математических объектов, закономерности между ними, доводит решение задачи до приемлемого (числового или символьного) результата, оценивает и анализирует полученный результат, строит математические модели для решения профессиональных задач.

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-9. Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке корректности и эффективности научно обоснованных решений в области системного анализа автоматического управления.	ОПК-9.2. Применяет классические и современные методы имитационного моделирования для решения задач в области системного анализа автоматического управления.	ОПК-9.2.1. Знает определения и утверждения, методы решения задач, применяемые для решения задач в области системного анализа. ОПК-9.2.2. Умеет выбирать и использовать необходимые методы имитационного моделирования, решать задачи дисциплины. ОПК-9.2.3. Владеет способностью выбирать метод решения задачи, устанавливает свойства математических объектов, закономерности между ними, доводит решение задачи до приемлемого (числового или символьного) результата, оценивает и анализирует полученный результат, строит математические модели для решения профессиональных задач.

## 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Тема 1. Понятие имитационного моделирования.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Моделирование. Виды моделей.</li> <li>2. Понятие имитационного моделирования.</li> <li>3. Схема проведения вычислений в статистическом моделировании. Области применения статистического моделирования.</li> <li>4. Метод Монте-Карло. История метода. Примеры применения методов Монте-Карло. Задача вычисления площади фигуры на плоскости. Задача оценивания числа <math>\pi</math>.</li> </ol>
Тема 2. Моделирование случайных чисел.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Генераторы случайных чисел.</li> <li>2. Тестирование генераторов псевдослучайных чисел.</li> </ol>
Тема 3. Моделирование дискретных случайных величин.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общая схема алгоритма моделирования дискретных случайных величин.</li> </ol>

	2. Специальные методы генерации основных дискретных случайных величин.
Тема 4. Моделирование непрерывных случайных величин.	1. Метод обратной функции. 2. Теорема Смирнова. 3. Метод исключения. 4. Метод суперпозиции.
Тема 5. Моделирование случайных векторов.	1. Моделирование случайных векторов.
Тема 6. Применение метода Монте-Карло.	1. Вычисление определенного интеграла Методом Монте-Карло. 2. Решение систем линейных уравнений. 3. Методы понижения дисперсии.
Тема 7. Планирование эксперимента.	1. Организация и планирование имитационного эксперимента. 2. Регрессионные модели экспериментов.
Тема 8. Статистический анализ результатов моделирования.	1. Непараметрические методы выявления эффектов воздействия. 2. Применение дисперсионного анализа. 3. Корреляционный анализ зависимостей.

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Тема 1. Понятие имитационного моделирования.	5		6	7	18
Тема 2. Моделирование случайных чисел.	4		6	7	17
Тема 3. Моделирование дискретных случайных величин.	4		6	7	17
Тема 4. Моделирование непрерывных случайных величин.	4		7	7	18
Тема 5. Моделирование случайных векторов.	4		7	8	19
Тема 6. Применение метода Монте-Карло.	4		6	8	18
Тема 7. Планирование эксперимента.	4		6	7	17
Тема 8. Статистический анализ результатов моделирования.	5		7	8	20
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	–	51	59	144
ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	34	–	51	59	144

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Контрольные вопросы

1. Моделирование. Виды моделей.
2. Понятие имитационного моделирования.
3. Схема проведения вычислений в статистическом моделировании.
4. Области применения статистического моделирования.

5. Метод Монте-Карло. История метода.
6. Примеры применения методов Монте-Карло. Задача оценивания числа  $\pi$
7. Генераторы случайных чисел
8. Тестирование генераторов псевдослучайных чисел
9. Общая схема алгоритма моделирования дискретных случайных величин.
10. Специальные методы генерации основных дискретных случайных величин
11. Метод обратной функции Теорема Смирнова.
12. Метод исключения моделирования непрерывных случайных величин.
13. Метод суперпозиции моделирования непрерывных случайных величин.
14. Моделирование случайных векторов
15. Вычисление определенного интеграла Методом Монте-Карло.
16. Решение систем линейных уравнений. Методы понижения дисперсии.
17. Организация и планирование имитационного эксперимента.
18. Регрессионные модели экспериментов.
19. Непараметрические методы выявления эффектов воздействия.
20. Применение дисперсионного анализа.
21. Корреляционный анализ зависимостей.

#### 7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике:

- сгенерировать последовательность случайных чисел;
- смоделировать дискретную случайную величину;
- смоделировать непрерывную случайную величину методом обратной функции;
- смоделировать непрерывную случайную величину методом исключения;
- смоделировать непрерывную случайную величину методом суперпозиции;
- смоделировать случайный вектор;
- вычислить определённый интеграл методом Монте-Карло;
- построить линейную регрессионную модель по несгруппированным данным.

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

#### 7.3. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

Экзаменационный билет (5 семестр):

1. Области применения статистического моделирования.
2. Моделирование случайных векторов.
3. Метод исключения моделирования непрерывных случайных величин.
4. Смоделировать случайную величину, равномерно распределённую на отрезке  $[0,1]$ .

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

### 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий,

своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

### 8.1. Семестр 5

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
Темы 1-8	Организационно-учебная работа в аудитории	10
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

### Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

## 9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере;

– экзамен проводится в устной форме или выполняется в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд. 511,605,610).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

## 11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 11.1. Основная литература

1. Ермаков С. М. Курс статистического моделирования: [Учеб.пособие для вузов по специальности "Прикладная математика"] / С. М. Ермаков, Г. А. Михайлов. – М.: Наука, 1976. – 319 с.

### 11.2. Дополнительная литература

2. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло) / Бусленко Н.П. и др. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. – 332 с.

3. Ермаков С. М. Метод Монте-Карло в вычислительной математике: Вводный курс / С. М. Ермаков. – СПб.: Невский Диалект; М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 192 с.

4. Ермаков С. М. Статистическое моделирование / С. М. Ермаков, Г. А. Михайлов. – М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1982. – 296 с.

5. Соболев И. М. Численные методы Монте-Карло / И. М. Соболев. – М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1973. – 312 с.

## 12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека «**КиберЛенинка**»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система «**Лань**»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив** ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

## 13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)  
 2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)  
 3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)

4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).