

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 41

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Е.Л. Турецкая

(инициалы, фамилия)

*Е. Турецкая*

(подпись)

«19» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Имитационное моделирование»  
(Наименование дисциплины)

|                                                       |                                               |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 09.03.03                                      |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Прикладная информатика                        |
| Наименование<br>направленности                        | Прикладная информатика в информационной сфере |
| Форма обучения                                        | заочная                                       |
| Год приема                                            | 2025                                          |

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Заведующий кафедрой 41,

д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

*Рамс*

(подпись, дата)

Г.А. Коржавин

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 41

«19» февраля 2025 г., протокол №07-2024/25

*Зам* Заведующий кафедрой № 41

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

*ЗЗК*

(подпись, дата)

Г.А. Коржавин

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

*А.А. Фоменкова*

(подпись, дата)

А.А. Фоменкова

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Имитационное моделирование» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Прикладная информатика в информационной сфере». Дисциплина реализуется кафедрой «№41».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

ОПК-6 «Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением парадигм имитационного моделирования и их применением при исследовании сложных систем обработки, передачи и хранения информации.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины заключаются в формировании у студентов знаний, умений и навыков в области имитационного моделирования при исследовании сложных систем обработки, передачи и хранения информации. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования.

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции   | Код и наименование компетенции                                                                                                                                                  | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Универсальные компетенции        | УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | УК-2.В.3 владеть навыками использования цифровых средств для решения поставленной задачи                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования       | ОПК-6.3.1 знать основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования<br>ОПК-6.У.1 уметь применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий<br>ОПК-6.В.1 владеть навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Информационные системы и технологии»,
- «Технологии программирования»,
- «Теория автоматов и формальных языков»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Организация научных исследований».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы                                                                          | Всего  | Трудоемкость по семестрам |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------|
|                                                                                             |        | №7                        |
| 1                                                                                           | 2      | 3                         |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>                                             | 5/ 180 | 5/ 180                    |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>                                                 |        |                           |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>                                                       | 51     | 51                        |
| в том числе:                                                                                |        |                           |
| лекции (Л), (час)                                                                           | 34     | 34                        |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)                                                | 0      | 0                         |
| лабораторные работы (ЛР), (час)                                                             | 17     | 17                        |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)                                                    |        |                           |
| экзамен, (час)                                                                              | 54     | 54                        |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>                                                  | 75     | 75                        |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Экз.   | Экз.                      |

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины                        | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|-------------------------------------------------|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 7                                       |              |               |          |          |           |
| Раздел 1. Введение в имитационное моделирование | 2            |               |          |          | 5         |
| Тема 1.1. Основные понятия и определения        |              |               |          |          |           |
| Тема 1.2. Технология моделирования              |              |               |          |          |           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |   |    |   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|----|---|----|
| Раздел 2. Моделирование случайных факторов<br>Тема 2.1. Метод Монте-Карло<br>Тема 2.2. Построение и тестирование датчиков базовой случайной величины<br>Тема 2.3. Моделирование случайных событий<br>Тема 2.4. Моделирование дискретных случайных величин<br>Тема 2.5. Моделирование непрерывных случайных величин<br>Тема 2.6. Моделирование случайных процессов | 12 |   | 8  |   | 30 |
| Раздел 3. Имитационное моделирование<br>Тема 3.1. Основные понятия имитационной модели<br>Тема 3.2. Принципы продвижения модельного времени<br>Тема 3.3. Схемы построения моделирующего алгоритма<br>Тема 3.4. Обзор пакетов для имитационного моделирования                                                                                                      | 10 |   | 6  |   | 20 |
| Раздел 4. Эксперимент на модели<br>Тема 4.1. Оценка точности результатов эксперимента на модели<br>Тема 4.2. Планирование эксперимента на модели<br>Тема 4.3. Статистическая проверка гипотез<br>Тема 4.4. Корреляционный анализ<br>Тема 4.5. Регрессионный анализ                                                                                                | 10 |   | 5  |   | 20 |
| Итого в семестре:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 34 |   | 17 |   | 75 |
| Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 34 | 0 | 17 | 0 | 75 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |   |    |   |    |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела   | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1</b> | <p><b>Тема 1.1. Основные понятия и определения.</b><br/>Система, сложная система, параметры и характеристики системы (показатели эффективности). Процесс функционирования системы. Модель. Подobie. Имитационная модель. Принципы моделирования.</p> <p><b>Тема 1.2. Технология моделирования</b><br/>Концептуальная (содержательная) модель. Подготовка исходных данных. Разработка математической модели. Планирование эксперимента на модели. Анализ результатов моделирования.</p> |
| <b>Раздел 2</b> | <p><b>Тема 2.1. Метод Монте-Карло</b><br/>Суть метода Монте-Карло. Случайные факторы: случайные события, случайная величина, случайный процесс. Построение модели случайного фактора.</p> <p><b>Тема 2.2. Построение и тестирование датчиков базовой случайной величины</b><br/>Примеры алгоритмов базовой случайной величины (БСВ). Первый и второй моменты БСВ. Тест на независимость БСВ. Тест на</p>                                                                               |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | <p>равномерность BCB.</p> <p><b>Тема 2.3. Моделирование случайных событий</b><br/>Моделирование простого случайного события. Моделирование полной группы несовместных случайных событий. Моделирование сложных случайных событий</p> <p><b>Тема 2.4. Моделирование дискретных случайных величин</b><br/>Первый и второй моменты дискретной случайной величины. Способы моделирования дискретной случайной величины.</p> <p><b>Тема 2.5. Моделирование непрерывных случайных величин</b><br/>Моделирование непрерывных случайных величин методом обращения. Моделирование экспоненциальной случайной величины. Моделирование равномерной случайной величины. Моделирование нормальной случайной величины. Метод отбора. Применение гистограмм и полигонов.</p> <p><b>Тема 2.6. Моделирование случайных процессов</b><br/>Классификация случайных процессов. Особенности моделирования случайных процессов.</p>       |
| <b>Раздел 3</b> | <p><b>Тема 3.1. Основные понятия имитационной модели</b><br/>Устройство. Заявка. Очередь. Событие. Работа Процесс. Системное время. Управляющая программа. Статистики.</p> <p><b>Тема 3.2. Принципы продвижения модельного времени</b><br/>Принцип <math>\Delta t</math>. Принцип особых моментов. Организация цикла моделирующего алгоритма. Цикл, организованный по принципу <math>\Delta t</math>. Цикл, организованный по принципу особых моментов</p> <p><b>Тема 3.3. Схемы построения моделирующего алгоритма</b><br/>Схема событий. Схема процессов. Управление календарем событий. Семафоры и связанные списки в имитационном моделировании.</p> <p><b>Тема 3.4. Обзор пакетов для имитационного моделирования</b><br/>Известные системы имитационного моделирования. Особенности использования системы AnyLogic.</p>                                                                                       |
| <b>Раздел 4</b> | <p><b>Тема 4.1. Оценка точности результатов эксперимента на модели</b><br/>Точность результатов моделирования. Понятие погрешности результатов моделирования. Оценка погрешности.</p> <p><b>Тема 4.2. Планирование эксперимента на модели</b><br/>Задача планирования эксперимента на модели. Определение количества экспериментов на модели. Схема статистического эксперимента с автоостановом</p> <p><b>Тема 4.3. Статистическая проверка гипотез</b><br/>Последовательность проверки статистических гипотез. Аппроксимирующие кривые. Критерии хи-квадрат, КолмогороваСмирнова.</p> <p><b>Тема 4.4. Корреляционный анализ Назначение корреляционного анализа.</b><br/>Коэффициент корреляции. Шкала Чеддока.</p> <p><b>Тема 4.5. Регрессионный анализ</b><br/>Назначение регрессионного анализа. Предположение о нормальности остатков Подгонка кривых. Уравнение линейной регрессии. Нелинейная регрессия.</p> |

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п                           | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                           |                            |                     |                                       |                      |
|                                 |                           |                            |                     |                                       |                      |
| Всего                           |                           |                            |                     |                                       |                      |

## 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п     | Наименование лабораторных работ                                           | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 7 |                                                                           |                     |                                       |                      |
| 1         | Моделирование БСВ                                                         | 2                   |                                       | 2                    |
| 2         | Моделирование непрерывной случайной величины.                             | 4                   |                                       | 2                    |
| 3         | Моделирование дискретной случайной величины                               | 2                   |                                       | 2                    |
| 4         | Имитационное моделирование процесса                                       | 4                   |                                       | 3                    |
| 5         | Проведение эксперимента на модели. Анализ результатов. Оценка погрешности | 4                   |                                       | 4                    |
| 6         | Защита лабораторных работ                                                 | 1                   |                                       |                      |
| Всего     |                                                                           | 17                  | 0                                     |                      |

## 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

## 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы                        | Всего, час | Семестр 7, час |
|---------------------------------------------------|------------|----------------|
| 1                                                 | 2          | 3              |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 50         | 50             |
| Курсовое проектирование (КП, КР)                  |            |                |
| Расчетно-графические задания (РГЗ)                |            |                |
| Выполнение реферата (Р)                           |            |                |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 5          | 5              |
| Домашнее задание (ДЗ)                             | 10         | 10             |
| Контрольные работы заочников (КРЗ)                |            |                |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        | 10         | 10             |
| Всего:                                            | 75         | 75             |

5. Перечень учебно-методического обеспечения  
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в  
п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/<br>URL адрес | Библиографическая ссылка                                                                                                                                                                                                                    | Количество экземпляров в<br>библиотеке<br>(кроме электронных экземпляров) |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 004.9 С 56         | Советов, Б. Я. Моделирование систем: учебник для академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев; С.-Петербург. гос. электротехн. ун-т "ЛЭТИ". - 7-е изд. - М.: Юрайт, 2014. - 343 с                                             | 10                                                                        |
| 04 К 95            | Кутузов, О. И. Математические схемы и алгоритмы моделирования инфокоммуникационных систем: учебное пособие / О. И. Кутузов, Т. М. Татарникова; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2013. - 147 с.       | 62                                                                        |
| 004 Т 23           | Татарникова, Т. М. Методы моделирования и оптимизации: учебное пособие / Т. М. Татарникова; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2018. - 108 с                                                           | 4                                                                         |
| 004 К 95           | Кутузов, О. И. Инфокоммуникационные сети. Моделирование и оценка вероятностно-временных характеристик: монография / О. И. Кутузов, Т. М. Татарникова; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2015. - 382 с | 20                                                                        |

7. Перечень электронных образовательных ресурсов  
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»  
Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.  
Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес       | Наименование                                                            |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|
| www.anylogic.ru | Сайт компании разработчика системы имитационного моделирования AnyLogic |

8. Перечень информационных технологий  
8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.  
Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
| 1     | Не предусмотрено |

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1     | Лекционная аудитория                                      |                                     |
| 2     | Мультимедийная лекционная аудитория                       |                                     |
| 3     | Класс для деловой игры                                    |                                     |

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств                                                  |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Экзамен                      | Список вопросов к экзамену;<br>Экзаменационные билеты;<br>Задачи;<br>Тесты. |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции     | Характеристика сформированных компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5-балльная шкала       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| «отлично»<br>«зачтено» | – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;<br>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;<br>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;<br>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;<br>– делает выводы и обобщения;<br>– свободно владеет системой специализированных понятий. |

| Оценка компетенции                    | Характеристика сформированных компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5-балльная шкала                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| «хорошо»<br>«зачтено»                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>                                                    |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено»      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>                                                                                                           |

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена                                                     | Код индикатора |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1     | Модель системы, параметры и характеристики.                                                | УК-2.В.3       |
| 2     | Виды задач моделирования: прямая, обратная, настройки.                                     | ОПК-6.3.1      |
| 3     | Моделирование, теория подобия, цель моделирования, принципы моделирования.                 | ОПК-6.3.1      |
| 4     | Классификация моделей.                                                                     | ОПК-6.3.1      |
| 5     | Синтез и декомпозиция модели.                                                              | ОПК-6.3.1      |
| 6     | Имитационное моделирование (ИМ). Основные понятия ИМ.                                      | ОПК-6.3.1      |
| 7     | Метод постоянного шага и особых состояний для продвижения системного (модельного) времени. | УК-2.В.3       |
| 8     | Построение моделирующего алгоритма по схеме событий.                                       | УК-2.В.3       |
| 9     | Построение моделирующего алгоритма по схеме процессов.                                     | УК-2.В.3       |
| 10    | Алгоритмы обслуживания очередей.                                                           | УК-2.В.3       |
| 11    | Парадоксы времени в имитационном моделировании.                                            | УК-2.В.3       |
| 12    | Семафоры и связанные списки в имитационном моделировании.                                  | УК-2.В.3       |
| 13    | Моделирование случайных величин и случайных событий.                                       | ОПК-6.У.1      |
| 14    | Моделирование непрерывной случайной величины.                                              | ОПК-6.У.1      |
| 15    | Моделирование потока событий.                                                              | ОПК-6.У.1      |
| 16    | Формирование выборки случайных чисел с заданным распределением.                            | ОПК-6.У.1      |
| 17    | Моделирование дискретной случайной величины.                                               | ОПК-6.У.1      |
| 18    | Моделирование сложных случайных событий.                                                   | ОПК-6.У.1      |
| 19    | Моделирование полной группы несовместных случайных событий.                                | ОПК-6.У.1      |

|    |                                                     |           |
|----|-----------------------------------------------------|-----------|
| 20 | Статистическое моделирование. Метод Монте-Карло.    | ОПК-6.3.1 |
| 21 | Планирование эксперимента на модели.                | УК-2.В.3  |
| 22 | Критерии проверки статистических гипотез.           | ОПК-6.3.1 |
| 23 | Корреляционный анализ.                              | ОПК-6.В.1 |
| 24 | Регрессионный анализ. Вывод уравнения регрессии.    | ОПК-6.В.1 |
| 25 | Точность результатов моделирования.                 | ОПК-6.В.1 |
| 26 | Оценка погрешности результатов моделирования.       | ОПК-6.В.1 |
| 27 | Задача планирования эксперимента на модели.         | ОПК-6.В.1 |
| 28 | Схема статистического эксперимента с автоостановом  | ОПК-6.В.1 |
| 29 | Последовательность проверки статистических гипотез. | ОПК-6.В.1 |
| 30 | Аппроксимирующие кривые.                            | ОПК-6.В.1 |
| 31 | Критерий хи-квадрат                                 | ОПК-6.В.1 |
| 32 | Критерий Колмогорова-Смирнова.                      | ОПК-6.В.1 |

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета | Код индикатора |
|-------|-----------------------------------------------------|----------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено                     |                |

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

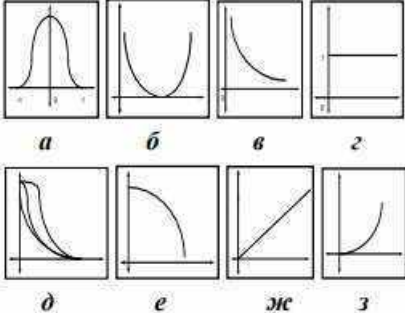
Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

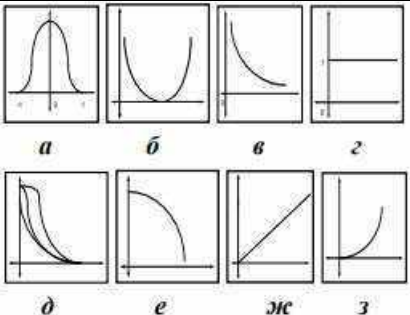
| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено                                                |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов              |                                                                                                                                                                                                                      | Код индикатора |
|-------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1     | Моделирование - это                                 | – Процесс создания модели формальное описание процессов и явлений<br>– Метод познания, состоящий в создании и исследовании моделей наблюдение модели                                                                 | ОПК-6.3.1      |
| 2     | Модель – это                                        | – Некий новый объект, который отражает существенные особенности изучаемого объекта, явления или процесса<br>– Уменьшенная копия реального объекта<br>– Любой объект окружающего мира<br>– Копия объекта исследования | ОПК-6.3.1      |
| 3     | Изменение объектов во времени описывается с помощью | – Статической модели<br>– Динамической модели<br>– Логической модели                                                                                                                                                 | ОПК-6.У.1      |
| 4     | Натурный эксперимент - это:                         | – Эксперимент на модели<br>– Эксперимент на оригинале<br>– Эксперимент на макете                                                                                                                                     | ОПК-6.3.1      |
| 5     | Под аналитическим моделированием следует понимать:  | – Математическое представление модели<br>– Воспроизведение функционирования модели<br>– Имитацию объекта-оригинала                                                                                                   |                |
| 6     | Под имитационным                                    | – Имитация процессов, происходящих в                                                                                                                                                                                 | УК-2.В.3       |

|    |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                   |           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|    | моделированием понимается:                                                                                                                                                    | объекте-оригинале во времени<br>– Имитация структуры объекта оригинала<br>– Реализация функции зависимости между входом и выходом модели                          |           |
| 7  | В моделировании используются методы реализации механизма модельного времени                                                                                                   | – С постоянным шагом<br>– С переменным шагом<br>– По особым состояниям                                                                                            | ОПК-6.В.1 |
| 8  | Стохастическим называется процесс, в котором                                                                                                                                  | – Время между свершениями событий – постоянное<br>– Время между свершениями событий – случайное<br>– Время между свершениями событий подчиняется линейному закону | ОПК-6.В.1 |
| 9  | Детерминированный процесс - это процесс, в котором                                                                                                                            | – Время между свершениями событий - постоянное<br>– Время между свершениями событий – случайное<br>– Время между свершениями событий подчиняется линейному закону | ОПК-6.В.1 |
| 10 | Покажите место гипотезы в жизненном цикле модели:<br>Объект – (1) – Анализ<br>– (2) – Модель – (3) – Планирование эксперимента – (4) – Эксперимент – (5) – Анализ результатов | – 1<br>– 2<br>– 3<br>– 4<br>– 5                                                                                                                                   | УК-2.В.3  |
| 11 | Математическое ожидание равномерного распределения равно                                                                                                                      | – 0,5<br>– 1<br>– 0<br>– Другое значение                                                                                                                          | УК-2.В.3  |
| 12 | Если переменные не зависят друг от друга, то коэффициент корреляции                                                                                                           | – Стремится к 1<br>– Стремится к 0<br>– Стремится к $\infty$                                                                                                      | УК-2.В.3  |
| 13 | Дисперсия равномерного распределения равна                                                                                                                                    | – 0,83<br>– 1<br>– 0<br>– Другое значение                                                                                                                         | УК-2.В.3  |
| 14 | Оценка среднего арифметического результатов экспериментов на модели это                                                                                                       | – Доверительный интервал<br>– Математическое ожидание<br>– Корреляция                                                                                             | УК-2.В.3  |
| 15 | Из представленных распределений выберите "Экспоненциальное распределение"                                                                                                     |                                                                               | ОПК-6.У.1 |

|    |                                                                      |                                                                                    |           |
|----|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 16 | Из представленных распределений выберите "Равномерное распределение" |  | ОПК-6.У.1 |
|----|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
|       | Не предусмотрено           |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

#### 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

##### Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

##### Структура предоставления лекционного материала:

## Раздел 1. Введение в имитационное моделирование

### Тема 1.1. Основные понятия и определения

### Тема 1.2. Технология моделирования

## Раздел 2. Моделирование случайных факторов

### Тема 2.1. Метод Монте-Карло

### Тема 2.2. Построение и тестирование датчиков базовой случайной величины

### Тема 2.3. Моделирование случайных событий

### Тема 2.4. Моделирование дискретных случайных величин

### Тема 2.5. Моделирование непрерывных случайных величин

### Тема 2.6. Моделирование случайных процессов

## Раздел 3. Имитационное моделирование

### Тема 3.1. Основные понятия имитационной модели

### Тема 3.2. Принципы продвижения модельного времени

### Тема 3.3. Схемы построения моделирующего алгоритма

### Тема 3.4. Обзор пакетов для имитационного моделирования

## Раздел 4. Эксперимент на модели

### Тема 4.1. Оценка точности результатов эксперимента на модели

### Тема 4.2. Планирование эксперимента на модели

### Тема 4.3. Статистическая проверка гипотез

### Тема 4.4. Корреляционный анализ

### Тема 4.5. Регрессионный анализ

Лекционный материал частично приведен в учебном пособии:

**04 К 95** Кутузов, О. И. Математические схемы и алгоритмы моделирования инфокоммуникационных систем: учебное пособие / О. И. Кутузов, Т. М. Татарникова; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2013. - 147 с.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах *(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задания выдаются по вариантам.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Приведены в методических указаниях:

**004 М 54** Методы моделирования и оптимизации: методические указания по выполнению лабораторных работ / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения; сост. Т. М. Татарникова. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2017. - 43 с.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Приведены в методических указаниях:

**004 М 54** Методы моделирования и оптимизации: методические указания по выполнению лабораторных работ / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения; сост. Т. М. Татарникова. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2017. - 43 с.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы *(не предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль заключается в защите отчетов по лабораторным работам. Подготовка отчета и защита осуществляется не позднее двух недель после выдачи задания на лабораторную работу.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности

применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

К экзамену допускаются студенты, защитившие отчеты по лабораторным работам. Экзамен сдается в одном из двух способов: – тестирование (примерный перечень вопросов для тестов приведен в таблице 18) – устный ответ на вопросы в экзаменационном билете (примерный перечень вопросов для экзамена приведен в таблице 17).

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения<br>изменений и<br>дополнений.<br>Подпись внесшего<br>изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и №<br>протокола<br>заседания<br>кафедры | Подпись<br>зав.<br>кафедрой |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|
|                                                                              |                                   |                                               |                             |
|                                                                              |                                   |                                               |                             |
|                                                                              |                                   |                                               |                             |
|                                                                              |                                   |                                               |                             |
|                                                                              |                                   |                                               |                             |