

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

Кафедра № 2

УТВЕРЖДАЮ

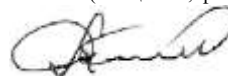
Руководитель направления

проф., д. пед. н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

А.Г. Степанов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

« 22 » 06 2023г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Имитационное моделирование»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная информатика
Наименование направленности	Цифровая инфраструктура обеспечивающих систем
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

проф., д.ф.-м.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)



\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

А.А. Макаров  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 2

«22» июня 2023 г, протокол № 12/22-23

Заведующий кафедрой № 2

д.ф.-м.н., проф.  
(уч. степень, звание)



22.06.2023

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

В.Г. Фарафонов  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 09.03.03(04)

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)



22.06.2023

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

В.А. Галанина  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.ф.-м.н.  
(должность, уч. степень, звание)



22.06.2023

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Ю.А. Новикова  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Имитационное моделирование» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Цифровая инфраструктура обеспечивающих систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№2».

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»

ПК-1 «Способен выполнять обследование текущей ситуации»

ПК-2 «Способен выявлять и анализировать требования к обеспечивающим системам и выбирать проектные решения на этапе концептуального проектирования»

ПК-4 «Способен разрабатывать компьютерное программное обеспечение в составе цифровой инфраструктуры обеспечивающих систем»

ПК-5 «Способен разрабатывать и согласовывать с архитектором программного обеспечения технические спецификации на программные компоненты и на их взаимодействие в составе обеспечивающих систем»

ПК-10 «Способен к проведению и руководству работами по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований при разработке цифровой инфраструктуры обеспечивающих систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами построения имитационных моделей сложных систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, 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

формирование системы понятий, знаний, умений и навыков в области имитационного моделирования.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

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 ОПК-6.В.1 владеть навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен выполнять обследование текущей ситуации	ПК-1.3.4 знать методы и инструменты сбора информации ПК-1.У.1 уметь планировать и организовывать обследование текущей ситуации, определять полноту и достаточность собранных исходных данных ПК-1.У.2 уметь строить целостную модель текущей ситуации и выявлять с ее помощью задачи для дальнейшего сбора информации ПК-1.В.1 владеть методами сбора

		информации
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен выявлять и анализировать требования к обеспечивающим системам и выбирать проектные решения на этапе концептуального проектирования	ПК-2.3.1 знать методы функционального и информационного моделирования обеспечивающих систем ПК-2.3.4 знать особенности концептуального проектирования обеспечивающих систем ПК-2.У.2 уметь моделировать текущую ситуацию
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен разрабатывать компьютерное обеспечение в составе цифровой инфраструктуры обеспечивающих систем	ПК-4.У.1 уметь использовать существующие типовые решения и шаблоны разработки компьютерного программного обеспечения
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен разрабатывать и согласовывать с архитектором программного обеспечения технические спецификации на программные компоненты и на их взаимодействие в составе обеспечивающих систем	ПК-5.У.2 уметь проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений
Профессиональные компетенции	ПК-10 Способен к проведению и руководству работами по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований при разработке цифровой инфраструктуры обеспечивающих систем	ПК-10.3.2 знать методы анализа научных данных ПК-10.3.4 знать методы внедрения результатов исследований и разработок ПК-10.В.1 владеть методами проведения экспериментов с целью оценки вариантов реализации цифровой инфраструктуры обеспечивающих систем

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Теория вероятностей»,
- «Моделирование».

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

### 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>	12	12
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
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. Основы имитационного моделирования	11		5		25
Раздел 2. Статистическое моделирование	11		6		25
Раздел 3. Компьютерная реализация имитационных моделей	12		6		25
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
1	Система, модель, моделирование. Классификация основных видов моделирования. Имитационная модель. Задачи имитационного моделирования. Примеры применение имитационного моделирования в различных системах: искусственного интеллекта, промышленного интернета, сетей связи и др. Методы имитационного моделирования. Особенности, достоинства и недостатки имитационного моделирования по сравнению с другими видами моделирования. Диаграммы причинно-следственных связей. Диаграммы потоков: основные элементы и формулы расчета.
2	Общий алгоритм моделирования случайных объектов. Метод Монте-Карло и проверка статистических гипотез. Базовый датчик. Генерация случайных событий. Моделирование дискретных случайных величин. Моделирование непрерывных случайных величин. Моделирование случайных процессов. Моделирование случайных потоков событий. Статистическая обработка результатов имитационного моделирования.
3	Дискретно-событийное моделирование. Агентное моделирование. Проведение экспериментов, обработка результатов. Клеточные автоматы. Обзор современных систем имитационного моделирования общего и специального назначения. Пакеты прикладных программ для имитационного моделирования. Проведение экспериментов с имитационными моделями систем. Определение и характеристики систем массового обслуживания (СМО). Классификация СМО. Показатели эффективности. Понятие марковского случайного процесса. Цепи Маркова и СМО. Марковская цепь в «схеме гибели и размножения». Распределение Пуассона. Свойства простейшего потока. Показательное распределение времени обслуживания. Распределение Эрланга. СМО с отказами. Уравнения Эрланга. Установившейся режим обслуживания. Формулы Эрланга. Уравнения Колмогорова. Финальные вероятности и граф состояний СМО. Расчет показателя эффективности СМО по финальным вероятностям. Построение имитационных моделей СМО. Моделирование одноканальной СМО. Расчет показателей эффективности СМО на основе результатов ее имитационного моделирования. Моделирование многоканальных СМО. Статистическая обработка результатов имитационного моделирования.

#### 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	Обзор и возможности Matlab, AnyLogic, GPSS, Python, Arena, Mathematica и Excel для разработки приложений по имитационному моделированию	5		1
2	Имитационное моделирование в Matlab	6		2
3	Имитационное моделирование в AnyLogic	6		3
Всего		17		

#### 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)	40	40
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)	35	35
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
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/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
004 Т 23	Моделирование систем. Имитационный метод : учебное пособие / Т. М. Татарникова ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2022. - 126 с.	5
004.4 И 39	Изучение возможностей компьютерного моделирования в среде MS EXCEL, MATHCAD и MATLAB : учебно-методическое пособие / В. В. Булатов [и др.] ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2020. - 28 с.	5
658 М 14	Имитационное моделирование сложных транспортных систем : учебно-методическое пособие / Н. Н. Майоров, В. Е. Таратун ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2019. - 75 с.	5
004.9 А 94	Статистические методы моделирования информационных систем : учебно-методическое пособие / А. С. Афанасенко ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2019. - 51 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 49 (11 назв.). - Б. ц. - Текст : непосредственный.	6
519.6/8 Д 45	Математическое моделирование и приложения в среде MATLAB : учебное пособие / О. Е. Дик, А. О. Смирнов, Е. Г. Семенова ; С.-	5

	Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2020. - 69 с.	
51 В 37	Математические методы и модели в научных исследованиях : учебное пособие / Л. П. Вершинина ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2019. - 136 с.	5
504 Е 67	Основы моделирования природно-технических систем : учебное пособие / К. В. Епифанцев ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2020. - 105 с.	5
621.396 С 36	Моделирование частотного детектора в программе Multisim : учебно-методическое пособие / Е. В. Силяков ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2023. - 24 с.	5
004 Н 51	Моделирование и обработка сигналов в MatLab : учебное пособие : в 2 ч. ч. 1 / В. А. Ненашев, Е. К. Григорьев ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2022. - 181 с.	5
004.8 К 19	Самообучение автономного робота с использованием метода компьютерного моделирования высокой детализации КМВД / А. Канарейкин. - Санкт-Петербург : Страта, 2019. - 300 с.	3
<a href="https://vc.ru/life/276699-sboard-onlayn-platforma-dlya-repetitorov">https://vc.ru/life/276699-sboard-onlayn-platforma-dlya-repetitorov</a>		
<a href="https://www.ispring.ru/elearning-insights/moodle">https://www.ispring.ru/elearning-insights/moodle</a>		

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
<a href="http://e.lanbook.com/books">http://e.lanbook.com/books</a>	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 695-7 от 30.11.2011
<a href="http://znanium.com/bookread">http://znanium.com/bookread</a>	Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 186-ЭБС от 08.02.2012
<a href="http://www.gid-edu.ru">www.gid-edu.ru</a>	

## 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
	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 таблице 12.

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	Компьютерный класс	

## 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; 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» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «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» «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» «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	Дать основные понятия моделирования.	ОПК-6.3.1
2	Указать виды моделирования.	ОПК-6.3.1
3	Объяснить понятие имитационная модель.	ОПК-6.3.1
4	Выделить задачи имитационного моделирования.	ПК-1.3.4
5	Указать характерные особенности и отличие имитационного моделирования от других видов моделирования.	ПК-1.У.1
6	Объяснить достоинства и недостатки имитационного моделирования.	ПК-1.У.2
7	Описать методы имитационного моделирования.	ПК-1.В.1

8	Продemonстрировать применение имитационного моделирования в системах искусственного интеллекта.	ПК-2.У.2
9	Продemonстрировать применение имитационного моделирования в системах промышленного интернета.	ПК-2.У.2
10	Продemonстрировать применение имитационного моделирования в сфере сетей связи.	ПК-2.У.2
11	Описать диаграммы причинно-следственных связей.	ПК-4.У.1
12	Описать диаграммы потоков: основные элементы и формулы расчета.	ПК-5.У.2
13	Указать обратные связи на диаграммах потоков.	ПК-10.3.2
14	Указать переменные и параметры на диаграммах потоков.	ПК-10.3.4
15	Определить запаздывания на диаграммах потоков.	ПК-10.В.1
16	Определить блочные цепи на диаграммах потоков.	УК-2.В.3
17	Обосновать основную идею имитационного моделирования случайных объектов.	ОПК-6.3.1
18	Описать базовый датчик.	ОПК-6.В.1
19	Продemonстрировать имитационное моделирование случайного события.	ПК-1.3.4
20	Продemonстрировать имитационное моделирование случайного события из группы.	ПК-1.У.1
21	Продemonстрировать имитационное моделирование дискретной случайной величины, заданной рядом распределения.	ПК-1.У.2
22	Сделать статистическую обработку результатов имитационного моделирования для дискретной случайной величины.	ПК-1.В.1
23	Продemonстрировать имитационное моделирование равномерной дискретной случайной величины.	ПК-2.3.1
24	Продemonстрировать имитационное моделирование дискретной случайной величины, имеющей геометрическое распределение.	ПК-2.3.4
25	Продemonстрировать имитационное моделирование дискретной случайной величины, имеющей отрицательное биномиальное распределение.	ПК-2.У.2
26	Продemonстрировать имитационное моделирование дискретной случайной величины, имеющей биномиальное распределение.	ПК-4.У.1
27	Продemonстрировать имитационное моделирование дискретной случайной величины, имеющей распределение Пуассона.	ПК-5.У.2
28	Продemonстрировать имитационное моделирование непрерывной случайной величины, имеющей равномерное распределение.	ПК-10.3.2
29	Объяснить метод обратной функции. Имитационное моделирование непрерывной случайной величины, имеющей экспоненциальное распределение.	ПК-10.3.4
30	Объяснить метод обратной функции. Имитационное моделирование непрерывной случайной величины, заданной гистограммой.	ПК-10.В.1
31	Объяснить метод суперпозиции. Имитационное моделирование непрерывной случайной величины, имеющей гиперэкспоненциальное распределение.	УК-2.В.3
32	Продemonстрировать моделирование непрерывной случайной величины, имеющей нормальное распределение.	ОПК-6.3.1
33	Сделать статистическую обработку результатов имитационного моделирования для непрерывной случайной величины.	ОПК-6.В.1
34	Продemonстрировать имитационное моделирование цепи Маркова с дискретным временем.	ПК-1.3.4
35	Продemonстрировать имитационное моделирование цепи Маркова с	ПК-1.У.1

	непрерывным временем.	
36	Сделать статистическую обработку результатов имитационного моделирования для случайных процессов.	ПК-1.У.2
37	Продемонстрировать имитационное моделирование винеровского процесса, арифметического и геометрического броуновского движения.	ПК-1.В.1
38	Продемонстрировать имитационное моделирование арифметического броуновского движения.	ПК-2.3.1
39	Продемонстрировать имитационное моделирование геометрического броуновского движения.	ПК-2.3.4
40	Продемонстрировать имитационное моделирование простейшего потока событий.	ПК-2.У.2
41	Продемонстрировать имитационное моделирование рекуррентного потока событий.	ПК-4.У.1
42	Сделать статистическую обработку результатов имитационного моделирования для случайных потоков событий.	ПК-5.У.2
43	Определить дискретно-событийное моделирование.	ПК-10.3.2
44	Определить агентное моделирование.	ПК-10.3.4
45	Дать сочетание агентного моделирования с пошаговым и дискретно-событийным подходами.	ПК-10.В.1
46	Определить клеточные автоматы.	ПК-4.У.1
47	Указать программное обеспечение для имитационного моделирования.	ПК-5.У.2
48	Указать программы имитационного моделирования для проверки работы искусственного интеллекта.	ПК-10.3.2
49	Указать программы для имитационного моделирования процессов промышленного интернета (IoT).	ПК-10.3.4
50	Указать программы для имитационного моделирования сетей связи.	ПК-10.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	<p>Дайте определение. Модель – это</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. материальный объект;</li> <li>2. мысленный объект;</li> <li>3. <b>мысленный или материальный объект;</b></li> <li>4. визуальный объект.</li> </ol>	УК-2.В.3

2	<p>Что замещает модель?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>объект-оригинал;</b></li> <li>объект-абстракцию;</li> <li>объект-материю;</li> <li>объект-визуализацию.</li> </ol>	ОПК-6.3.1
3	<p>На какие виды подразделяют компьютерное моделирование?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>аналитическое, численное, имитационное;</li> <li>аналитическое, имитационное, статистическое;</li> <li><b>численное, имитационное, статистическое;</b></li> <li>натурное, имитационное, статистическое.</li> </ol>	ОПК-6.В.1
4	<p>К какому виду моделирования относится имитационное моделирование?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>физического моделирования;</li> <li>натурного моделирования;</li> <li>аналитического моделирования;</li> <li><b>компьютерного моделирования.</b></li> </ol>	ПК-1.3.4
5	<p>Что такое «имитация» для имитационного моделирования?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>программирование на ЭВМ процесса функционирования системы;</li> <li><b>воспроизведение на ЭВМ процесса функционирования системы;</b></li> <li>тестирование на ЭВМ процесса функционирования системы;</li> <li>отладка на ЭВМ процесса функционирования системы.</li> </ol>	ПК-1.У.1
6	<p>В чем заключается преимущество имитационной модели?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>в замедленном времени;</li> <li>в реальном масштабе времени;</li> <li><b>в ускоренном времени;</b></li> <li>в независимости от времени.</li> </ol>	ПК-1.У.2
7	<p>К какому виду моделирования относится статистическое моделирование?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>физического моделирования;</li> <li>натурного моделирования;</li> <li>аналитического моделирования;</li> <li><b>компьютерного моделирования.</b></li> </ol>	ПК-1.В.1
8	<p>Какой вид данных позволяет получить статистическое моделирование?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>реальные данные о процессах системы;</li> <li><b>статистические данные о процессах системы;</b></li> <li>точные данные о процессах системы;</li> <li>визуальные данные о процессах системы.</li> </ol>	ПК-2.3.1
9	<p>В чем заключается универсальность математических моделей?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>для любого объекта можно построить математическую модель;</li> <li><b>разные объекты могут быть описаны одной математической моделью;</b></li> <li>идентичные модели описывают одинаковые по природе объекты;</li> <li>для любой математической модели существует объект, описываемый этой моделью.</li> </ol>	ПК-2.3.4
10	<p>Как называется ориентированный граф, в котором существует лишь одна вершина, не имеющая входящих дуг, и лишь одна вершина, не имеющая выходящих дуг?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>гистограмма</li> <li>паутина</li> </ol>	ПК-2.У.2

	<b>3. сеть</b> 4. система	
11	Укажите форму упорядочения элементов множества, то есть устранение неопределенности в выборе некоторого элемента или некоторого подмножества? 1. толерантность 2. симметричность 3. <b>предпочтение</b> 4. ранжирование	ПК-4.У.1
12	Укажите способ выражения предпочтения путем представления элементов в виде последовательности в соответствии с возрастанием или убыванием их предпочтительности? 1. толерантность 2. симметричность 3. предпочтение 4. <b>ранжирование</b>	ПК-5.У.2
13	Как называется всякое соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями случайной величины и вероятностью их появления 1. Частота события 2. Схема независимых испытаний 3. <b>Закон распределения случайной величины</b> 4. Плотность распределения вероятности	ПК-10.3.2
14	Что такое статистическая группировка? 1. процесс образования новых групп на основе ранее осуществленной группировки. 2. упорядоченное распределение единиц изучаемой совокупности на группы по определенному варьирующему признаку. 3. <b>процесс образования однородных групп на основе разбиения статистической совокупности на части или объединения изучаемых единиц в частные совокупности по существенным для них признакам.</b> 4. совокупность отобранных единиц в ходе наблюдения.	ПК-10.3.4
15	Выбрать формулу для определения средней арифметической простой 1. $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ 2. $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$ 3. $\bar{x} = \sqrt[n]{x_1 x_2 x_3 \dots x_n}$ 4. $\bar{x} = (x_{max} - x_{min}) / 2$	ПК-10.В.1
16	Выбрать формулу для определения средней арифметической взвешенной 1. $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	УК-2.В.3



	$2. \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$ $3. \bar{x} = \sqrt[n]{x_1 x_2 x_3 \dots x_n}$ $4. \bar{x} = (x_{max} - x_{min}) / 2$	
17	<p>Что понимается под степенью различия между реальным и желаемым результатом операции?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. неопределенность</li> <li>2. эмерджентность</li> <li>3. <b>эффективность</b></li> <li>4. достоверность</li> </ol>	ОПК-6.3.1
18	<p>Что понимается под процессом смены состояний системы?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>функционирование системы</b></li> <li>2. реализация тактики</li> <li>3. нестационарность</li> <li>4. управление</li> </ol>	ОПК-6.В.1
19	<p>Что определяет функция принадлежности?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. эффективность операции</li> <li>2. качество системы</li> <li>3. <b>диапазон изменения переменной</b></li> <li>4. закон распределения</li> </ol>	ПК-1.3.4
20	<p>При имитационном моделировании между собой принято соотносить три представления времени. Укажите определение времени, НЕ входящее в упомянутую тройку.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. реальное;</li> <li>2. модельное;</li> <li>3. машинное;</li> <li>4. <b>имитационное.</b></li> </ol>	ПК-1.У.1
21	<p>Вставьте пропущенное слово. Согласно принципу ... отсчет модельного времени ведется через фиксированные интервалы, на которые разбит моделируемый период времени.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. переменного шага;</li> <li>2. <b>постоянного шага;</b></li> <li>3. непрерывного шага;</li> <li>4. перманентного шага.</li> </ol>	ПК-1.У.2
22	<p>Если невозможно заранее определить моменты появления событий, то целесообразно использовать время, изменяющееся</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. согласно принципу переменного шага;</li> <li>2. <b>согласно принципу постоянного шага;</b></li> <li>3. моделированию по особым состояниям;</li> <li>4. моделированию по особым событиям.</li> </ol>	ПК-1.В.1
23	<p>Свойство ... имитационной модели – это ее способность сохранять адекватность при исследовании эффективности системы на всем возможном диапазоне значений внешних влияний</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. адекватности;</li> <li>2. <b>стойкости;</b></li> <li>3. чувствительности;</li> <li>4. калибровки.</li> </ol>	ПК-2.3.1
24	<p>Балансировка имитационной модели – это оценка</p>	ПК-2.3.4

	1. адекватности и стойкости; 2. <b>стойкости и чувствительности;</b> 3. адекватности и чувствительности; 4 калибровки.	
25	Какой вариант наиболее подходит для представления модели при компьютерном моделировании? 1. метод; 2. алгоритм; 3. <b>программа на ЭВМ;</b> 4. диаграмма.	ПК-2.У.2
26	Универсальность математических моделей заключается в том, что 1. для любого объекта можно построить математическую модель; 2. <b>разные объекты могут быть описаны одной математической моделью;</b> 3. идентичные модели описывают одинаковые по природе объекты; 4. для любого математической модели существует объект, описываемый этой моделью.	ПК-4.У.1
27	Как изменяется время при имитационном моделировании по особым состояниям? 1. непрерывно; 2. равномерно; 3. <b>от события к событию;</b> 4. от состояния к состоянию.	ПК-5.У.2
28	Этап проверки правильности создания концептуальной модели называют 1. тестированием; 2. отладкой; 3. <b>валидацией;</b> 4. верификацией.	ПК-10.3.2
29	Этап проверки правильности реализации концептуальной модели, например, в виде программы, называют 1. тестированием; 2. отладкой; 3. валидацией; 4. <b>верификацией.</b>	ПК-10.3.4
30	Внешние и внутренние параметры имитационной модели называются 1. <b>факторами;</b> 2. уровнями; 3. откликами; 4. переменными.	ПК-10.В.1
31	Значение, которое параметр модели может принимать в планируемом опыте, называется 1. фактором; 2. <b>уровнем;</b> 3. откликом; 4. переменной.	УК-2.В.3

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.

## 11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

### 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.

Требования к проведению лабораторных работ, структура и форма отчета о лабораторной работе, требования к оформлению отчета о лабораторной работе содержатся в следующих методических указаниях:

**Инженерная и компьютерная графика.** Методические указания к выполнению лабораторных работ. Часть 1. Сост: **В.Г. Фарафонов, А.Г. Федоренко, В.А. Голубков, Е.Е. Майоров, М.В. Соколовская.** СПб.: ГУАП, 2022-64с.

**Инженерная и компьютерная графика.** Методические указания к выполнению лабораторных работ. Часть 2. Сост: **А.Г. Федоренко, В.А. Голубков.** СПб.: ГУАП, 2022-85 с.

Задания к лабораторным работам выдаются преподавателем в соответствии с таблицей 6.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

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.

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».

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой