

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

Кафедра № 2

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

В.А. Галанина

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«\_\_09\_\_» \_\_\_\_02\_\_\_\_ 2026\_\_ г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Имитационное моделирование»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная информатика
Наименование направленности/ специализации	Прикладная информатика и программирование
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026\_\_

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

проф., д.ф.-м.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



06.02.26

(подпись, дата)

А.А. Макаров

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 2

«06» февраля 2026 г, протокол № 7/25-26

Заведующий кафедрой № 2

д.ф.-м.н., проф.

(уч. степень, звание)



06.02.26

(подпись, дата)

В.Г. Фарафонов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



06.02.26

(подпись, дата)

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Имитационное моделирование» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности/специализации «Прикладная информатика и программирование». 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 сбор, систематизацию, выявление взаимосвязей и документирование требований к компьютерному программному обеспечению»

ПК-2 «Способен выявлять и анализировать требования к прикладному программному обеспечению, выбирать проектные решения на этапе концептуального проектирования»

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 (7 семестр).

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.У.1 уметь применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятых решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий 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 сбор, систематизацию,	ПК-1.В.2 владеть навыками формализации описания предметной области и построения компьютерной

	выявление взаимосвязей и документирование требований к компьютерному программному обеспечению	модели в том числе с использованием методов искусственного интеллекта
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен выявлять и анализировать требования к прикладному программному обеспечению, выбирать проектные решения на этапе концептуального проектирования	ПК-2.У.2 уметь моделировать текущую ситуацию

## 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>	9	9
<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.,

#### 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/КР (час)	СР (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

	<p>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.</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	Обзор и возможности Matlab, AnyLogic, GPSS, Python, Arena, Mathematica и Excel для разработки приложений по имитационному моделированию	5	3	1
2	Имитационное моделирование в Matlab	6	3	2
3	Имитационное моделирование в AnyLogic	6	3	3
Всего		17	9	

#### 4.5. Выполнение курсового проекта/ 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
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	20	20
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	15	15
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. разделов 6-11.

#### 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

<i>Шифр/ URL адрес</i>	<i>Библиографическая ссылка</i>	<i>Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)</i>
<a href="https://e.lanbook.com/book/347948">https://e.lanbook.com/book/347948</a>  <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Шимширт, Н. Д. Имитационное бизнес-моделирование : учебное пособие / Н. Д. Шимширт. — Томск : ТГУ, 2023. — 104 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/347948">https://e.lanbook.com/book/347948</a> (дата обращения: 22.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	
<a href="https://e.lanbook.com/book/411686">https://e.lanbook.com/book/411686</a>  <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Горожанина, Е. И. Имитационное моделирование : учебник / Е. И. Горожанина, Е. А. Богданова. — 2-е изд. [доп. и перераб.]. — Самара : ПГУТИ, 2023. — 300 с. — ISBN 978-5-907336-48-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/411686">https://e.lanbook.com/book/411686</a> (дата обращения: 22.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	
<a href="https://e.lanbook.com/book/469046">https://e.lanbook.com/book/469046</a>  <i>Режим доступа: для авторизованных пользователей.</i>	Кутузов, О. И. Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Практикум на AnyLogic : учебное пособие для вузов / О. И. Кутузов, Т. М. Татарникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 168 с. — ISBN 978-5-507-51958-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —	



	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/469046">https://e.lanbook.com/book/469046</a> (дата обращения: 22.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	
--	---	--

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="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a>	Элементы электронного курса (методические указания к выполнению лабораторных и курсовой работ) по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

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.	Microsoft Windows 10 (договор ГУАП №1303-3 от 30.12.2019, информация о лицензии представлена по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )
2.	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП №278 от 18.06.2020, информация о лицензии представлена по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )
3.	Mathcad - (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )
4.	MathWorks MATLAB (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )
5.	Интегрированная среда программирования Visual Studio Community (свободное использование без ограничений в любой организации для академических исследований; обучения в аудиториях)

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
	Электронные библиотечные ресурсы и системы
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий ( <a href="https://lib.guap.ru/">https://lib.guap.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП

2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» ( <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Консорциума аэрокосмических вузов России ( <a href="http://elsau.ru/suai">http://elsau.ru/suai</a> ), доступ по IP-адресам ГУАП
5	ЭБС Znanium ( <a href="https://znanium.ru/">https://znanium.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
6	образовательная платформа «Юрайт» ( <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
7	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» ( <a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a> ), свободный доступ
	Информационные и справочно-правовые системы
1	"Консультант Плюс" ( <a href="http://www.consultant.ru">www.consultant.ru</a> ) сетевая версия для образовательных организаций, доступ по IP -адресам ГУАП

#### 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	Учебная аудитория для занятий лекционного типа. Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети	ул.Гастелло, 15
2	Учебная аудитория для практических, лабораторных работ, самостоятельной работы, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель; лабораторное оборудование: ПЭВМ - 18 шт., объединенных в локальную вычислительную сеть с выходом в вычислительную сеть ГУАП и Интернет; сервер PostgreSQL; экран ScreenMedia GoldView 183*244 MW настенный; сплиттер Kramer VP-200K (с блоком питания)	ул. Гастелло, 15 22-04
	Помещение для самостоятельной работы обучающихся -	

Читальный зал библиотеки ГУАП: специализированная мебель; персональные компьютеры – 10 шт.,  обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети и точке доступа WiFi, а также к электронно-библиотечным системам, реферативной базе данных Scopus; копировальный аппарат Kyocera KM2035.	ул. Гастелло, 15
--	------------------

## 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; Экзаменационные билеты*; Задачи; Тесты.

Примечание: \*экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

### 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.В.1
4	Выделить задачи имитационного моделирования.	ПК-1.В.2
5	Указать характерные особенности и отличие имитационного моделирования от других видов моделирования.	ПК-1.В.2
6	Объяснить достоинства и недостатки имитационного моделирования.	ПК-1.В.2
7	Описать методы имитационного моделирования.	ПК-1.В.2
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-1.В.2
12	Описать диаграммы потоков: основные элементы и формулы расчета.	ПК-1.В.2
13	Указать обратные связи на диаграммах потоков.	ПК-1.В.2
14	Указать переменные и параметры на диаграммах потоков.	ПК-1.В.2
15	Определить запаздывания на диаграммах потоков.	ПК-1.В.2
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.У.1
19	Продemonстрировать имитационное моделирование случайного события.	ПК-1.В.2
20	Продemonстрировать имитационное моделирование случайного события из группы.	ПК-1.В.2
21	Продemonстрировать имитационное моделирование дискретной случайной величины, заданной рядом распределения.	ПК-1.В.2
22	Сделать статистическую обработку результатов имитационного моделирования для дискретной случайной величины.	ПК-1.В.2

23	Продemonстрировать имитационное моделирование равномерной дискретной случайной величины.	ПК-2.У.2
24	Продemonстрировать имитационное моделирование дискретной случайной величины, имеющей геометрическое распределение.	ПК-2.У.2
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-1.В.2
27	Продemonстрировать имитационное моделирование дискретной случайной величины, имеющей распределение Пуассона.	ПК-1.В.2
28	Продemonстрировать имитационное моделирование непрерывной случайной величины, имеющей равномерное распределение.	ПК-1.В.2
29	Объяснить метод обратной функции. Имитационное моделирование непрерывной случайной величины, имеющей экспоненциальное распределение.	ПК-1.В.2
30	Объяснить метод обратной функции. Имитационное моделирование непрерывной случайной величины, заданной гистограммой.	ПК-1.В.2
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.У.1
34	Продemonстрировать имитационное моделирование цепи Маркова с дискретным временем.	ПК-1.В.2
35	Продemonстрировать имитационное моделирование цепи Маркова с непрерывным временем.	ПК-1.В.2
36	Сделать статистическую обработку результатов имитационного моделирования для случайных процессов.	ПК-1.В.2
37	Продemonстрировать имитационное моделирование винеровского процесса, арифметического и геометрического броуновского движения.	ПК-1.В.2
38	Продemonстрировать имитационное моделирование арифметического броуновского движения.	ПК-2.У.2
39	Продemonстрировать имитационное моделирование геометрического броуновского движения.	ПК-2.У.2
40	Продemonстрировать имитационное моделирование простейшего потока событий.	ПК-2.У.2
41	Продemonстрировать имитационное моделирование рекуррентного потока событий.	ПК-1.В.2
42	Сделать статистическую обработку результатов имитационного моделирования для случайных потоков событий.	ПК-1.В.2
43	Определить дискретно-событийное моделирование.	ПК-1.В.2
44	Определить агентное моделирование.	ПК-1.В.2
45	Дать сочетание агентного моделирования с пошаговым и дискретно-событийным подходами.	ПК-1.В.2
46	Определить клеточные автоматы.	ПК-1.В.2
47	Указать программное обеспечение для имитационного моделирования.	ПК-1.В.2
48	Указать программы имитационного моделирования для проверки работы искусственного интеллекта.	ПК-1.В.2

49	Указать программы для имитационного моделирования процессов промышленного интернета (IoT).	ПК-1.В.2
50	Указать программы для имитационного моделирования сетей связи.	ПК-1.В.2

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 выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ 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	Дайте определение. Модель – это 1. материальный объект; 2. мысленный объект; 3. мысленный или материальный объект; 4. визуальный объект.	ОПК-6.3.1
2	Что замещает модель? 1. объект-оригинал; 2. объект-абстракцию; 3. объект-материю; 4. объект-визуализацию.	ОПК-6.У.1
3	На какие виды подразделяют компьютерное моделирование? 1. аналитическое, численное, имитационное; 2. аналитическое, имитационное, статистическое; 3. численное, имитационное, статистическое; 4. натурное, имитационное, статистическое.	ПК-2.У.2
4	К какому виду моделирования относится имитационное моделирование? 1. физического моделирования; 2. натурального моделирования; 3. аналитического моделирования; 4. компьютерного моделирования.	ОПК-6.3.1
5	Что такое «имитация» для имитационного моделирования? 1. программирование на ЭВМ процесса функционирования системы; 2. воспроизведение на ЭВМ процесса функционирования системы; 3. тестирование на ЭВМ процесса функционирования системы; 4. отладка на ЭВМ процесса функционирования системы.	ОПК-6.У.1
6	В чем заключается преимущество имитационной модели? 1. в замедленном времени;	ПК-2.У.2

	2. в реальном масштабе времени; 3. в ускоренном времени; 4. в независимости от времени.	
7	К какому виду моделирования относится статистическое моделирование? 1. физического моделирования; 2. натурального моделирования; 3. аналитического моделирования; 4. компьютерного моделирования.	ОПК-6.3.1
8	Какой вид данных позволяет получить статистическое моделирование? 1. реальные данные о процессах системы; 2. статистические данные о процессах системы; 3. точные данные о процессах системы; 4. визуальные данные о процессах системы.	ОПК-6.У.1
9	В чем заключается универсальность математических моделей? 1. для любого объекта можно построить математическую модель; 2. разные объекты могут быть описаны одной математической моделью; 3. идентичные модели описывают одинаковые по природе объекты; 4. для любой математической модели существует объект, описываемый этой моделью.	ПК-2.У.2
10	Как называется ориентированный граф, в котором существует лишь одна вершина, не имеющая входящих дуг, и лишь одна вершина, не имеющая исходящих дуг? 1. гистограмма 2. паутина 3. сеть 4. система	ОПК-6.3.1
11	Укажите форму упорядочения элементов множества, то есть устранение неопределенности в выборе некоторого элемента или некоторого подмножества? 1. толерантность 2. симметричность 3. предпочтение 4. ранжирование	ОПК-6.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. ранжирование	ПК-2.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. Закон распределения случайной величины 4. Плотность распределения вероятности	ОПК-6.3.1
14	Что такое статистическая группировка? 1. процесс образования новых групп на основе ранее	ОПК-6.У.1

	<p>осуществленной группировки.</p> <p>2. упорядоченное распределение единиц изучаемой совокупности на группы по определенному варьирующему признаку.</p> <p>3. процесс образования однородных групп на основе разбиения статистической совокупности на части или объединения изучаемых единиц в частные совокупности по существенным для них признакам.</p> <p>4. совокупность отобранных единиц в ходе наблюдения.</p>	
15	<p>Выбрать формулу для определения средней арифметической простой</p> <p>1. <math>\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i</math></p> <p>2. <math>\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}</math></p> <p>3. <math>\bar{x} = \sqrt[n]{x_1 x_2 x_3 \dots x_n}</math></p> <p>4. <math>\bar{x} = (x_{max} - x_{min}) / 2</math></p>	ПК-2.У.2
16	<p>Выбрать формулу для определения средней арифметической взвешенной</p> <p>1. <math>\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i</math></p> <p>2. <math>\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}</math></p> <p>3. <math>\bar{x} = \sqrt[n]{x_1 x_2 x_3 \dots x_n}</math></p> <p>4. <math>\bar{x} = (x_{max} - x_{min}) / 2</math></p>	ОПК-6.3.1
17	<p>Что понимается под степенью различия между реальным и желаемым результатом операции?</p> <p>1. неопределенность</p> <p>2. эмерджентность</p> <p>3. эффективность</p> <p>4. достоверность</p>	ОПК-6.У.1
18	<p>Что понимается под процессом смены состояний системы?</p> <p>1. функционирование системы</p> <p>2. реализация тактики</p> <p>3. нестационарность</p> <p>4. управление</p>	ПК-2.У.2
19	<p>Что определяет функция принадлежности?</p> <p>1. эффективность операции</p> <p>2. качество системы</p> <p>3. диапазон изменения переменной</p> <p>4. закон распределения</p>	ОПК-6.3.1
20	<p>При имитационном моделировании между собой принято соотносить три представления времени. Укажите определение времени, НЕ входящее в упомянутую тройку.</p>	ОПК-6.У.1



	1. реальное; 2. модельное; 3. машинное; 4. имитационное.	
21	Вставьте пропущенное слово. Согласно принципу ... отсчет модельного времени ведется через фиксированные интервалы, на которые разбит моделируемый период времени. 1. переменного шага; 2. постоянного шага; 3. непрерывного шага; 4. перманентного шага.	ПК-2.У.2
22	Если невозможно заранее определить моменты появления событий, то целесообразно использовать время, изменяющееся 1. согласно принципу переменного шага; 2. согласно принципу постоянного шага; 3. моделированию по особым состояниям; 4. моделированию по особым событиям.	ОПК-6.3.1
23	Свойство ... имитационной модели – это ее способность сохранять адекватность при исследовании эффективности системы на всем возможном диапазоне значений внешних влияний 1. адекватности; 2. стойкости; 3. чувствительности; 4. калибровки.	ОПК-6.У.1
24	Балансировка имитационной модели – это оценка 1. адекватности и стойкости; 2. стойкости и чувствительности; 3. адекватности и чувствительности; 4. калибровки.	ПК-2.У.2
25	Какой вариант наиболее подходит для представления модели при компьютерном моделировании? 1. метод; 2. алгоритм; 3. программа на ЭВМ; 4. диаграмма.	ОПК-6.3.1
26	Универсальность математических моделей заключается в том, что 1. для любого объекта можно построить математическую модель; 2. разные объекты могут быть описаны одной математической моделью; 3. идентичные модели описывают одинаковые по природе объекты; 4. для любой математической модели существует объект, описываемый этой моделью.	ОПК-6.У.1
27	Как изменяется время при имитационном моделировании по особым состояниям? 1. непрерывно; 2. равномерно; 3. от события к событию; 4. от состояния к состоянию.	ПК-2.У.2
28	Этап проверки правильности создания концептуальной модели называют 1. тестированием; 2. отладкой;	ОПК-6.3.1

	3. валидацией; 4. верификацией.	
29	Этап проверки правильности реализации концептуальной модели, например, в виде программы, называют 1. тестированием; 2. отладкой; 3. валидацией; 4. верификацией.	ОПК-6.У.1
30	Внешние и внутренние параметры имитационной модели называются 1. факторами; 2. уровнями; 3. откликами; 4. переменными.	ПК-2.У.2
31	Значение, которое параметр модели может принимать в планируемом опыте, называется 1. фактором; 2. уровнем; 3. откликом; 4. переменной.	ОПК-6.3.1
32	Оцените математическое ожидание $X$ , если $X$ принимает значения 0, 1, 2 с вероятностями 0,2; 0,5; 0,3.	УК-2.В.3
33	Оцените дисперсию $X$ , если $X$ принимает значения 0, 1, 2 с вероятностями 0,25; 0,5; 0,25.	ОПК-6.В.1
34	Объясните, почему сумма вероятностей в законе распределения дискретной случайной величины должна равняться 1.	ПК-1.В.2
35	Объясните различие между генеральной совокупностью и выборкой на примере контроля качества.	УК-2.В.3
36	Оцените, почему смещенная выборка может привести к неверным выводам.	ОПК-6.В.1
37	Приведите пример статистической задачи оценивания и задачи проверки гипотез.	ПК-1.В.2
38	Оцените выборочное среднее и медиану для данных 2, 2, 5, 9, 12.	УК-2.В.3
39	Объясните, почему медиана устойчивее среднего к выбросам.	ОПК-6.В.1
40	Оцените коэффициент вариации, если среднее равно 20, а стандартное отклонение равно 4.	УК-2.В.3
41	Оцените выборочное среднее, медиану и размах для выборки 4, 8, 6, 10, 12.	ОПК-6.В.1
42	Проанализируйте выборку 2, 2, 3, 5, 8. Оцените выборочную дисперсию при делении на $n$ .	ПК-1.В.2
43	цените исправленную выборочную дисперсию для данных 2, 2, 3, 5, 8.	УК-2.В.3
44	Обоснуйте, почему исправленная дисперсия делится на $n-1$ , а не на $n$ .	ОПК-6.В.1
45	Проанализируйте выборку с выбросом: 10, 11, 10, 12, 100. Какая характеристика устойчивее к выбросу: среднее или медиана?	ПК-1.В.2

Примечание. Система оценивания тестовых заданий:

1. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное

совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3. Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

4. Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5. Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

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:

- Изложение материала по рассматриваемой теме;
- Демонстрация примеров решения конкретных задач;
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции;

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах.

Не предусмотрено

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Не предусмотрено

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, Структура и форма отчета о лабораторной работе содержатся в методическом пособии:

004

Г15 В.А.Галанина, Л.А.Решетов. Базы данных. Лабораторный практикум. СПб, ГУАП, 2019 г.

004.6

Г15 Галанина В.А.Решетов Л.А. Базы данных. Программирование в среде PostgreSQL.-СПб.:ГУАП, 2020 г., 90 с.

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

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы.

Не предусмотрено.

#### 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 выполнение контрольных работ является элементом текущего контроля успеваемости и самостоятельной работы.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему 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 включает в себя:

- контроль посещаемости;
- защита выполненных лабораторных работ;

В течение семестра обучающиеся загружают в ЭИОС ГУАП отчеты по лабораторным работам в соответствии с установленными НПР требованиями и методами проведения ТКУ, а НПР оценивают загруженные материалы.

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в процессе защиты лабораторных работ и выставления соответствующих баллов за работу. Для каждой лабораторной работы указывается предельный срок ее сдачи и максимально возможное количество баллов. В случае сдачи работы после указанного срока, снижается максимально возможное количество баллов за данную работу. В конце семестра подсчитывается общее количество баллов за лабораторные работы и выставляется оценка за лабораторные работы, исходя из следующего правила:

если сумма баллов более 90% от максимальной, оценка «отлично», если 80% -90% - «хорошо», если 60%-80% - «удовлетворительно», если менее 60% - «неудовлетворительно».

#### 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, сдавшие все лабораторные работы и получившие итоговую положительную оценку.

Оценка за экзамен выставляется по пятибалльной системе в соответствии с таблицей 14.

Аттестационная оценка определяется, как средняя между оценкой за лабораторные работы и оценкой за экзамен. При разнице оценок в один балл, берется оценка за экзамен.

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