

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

Кафедра № 43

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

ДОЦ., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

А.А. Фоменкова

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«17» июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Компьютерное моделирование»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Программная инженерия
Наименование направленности	Проектирование программных систем
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

<u>проф., д.т.н., доц.</u> (должность, уч. степень, звание)	 13.06.24 (подпись, дата)	<u>С.И. Колесникова</u> (инициалы, фамилия)
--	---	--


Программа одобрена на заседании кафедры № 43

«17» июня 2024 г, протокол № 05/2024

Заведующий кафедрой № 43

<u>д.т.н., проф.</u> (уч. степень, звание)	 17.06.2024 (подпись, дата)	<u>М.Ю. Охтилев</u> (инициалы, фамилия)
---	---	--

Заместитель директора института №4 по методической работе

<u>доц., к.т.н.</u> (должность, уч. степень, звание)	 17.06.2024 (подпись, дата)	<u>А.А. Фоменкова</u> (инициалы, фамилия)
---	---	--

## Аннотация

Дисциплина «Компьютерное моделирование» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.04 «Программная инженерия» направленности «Проектирование программных систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№43».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способность моделировать, анализировать и использовать формальные методы конструирования программного обеспечения»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными понятиями, методами, алгоритмами компьютерного моделирования, описанием различных классов моделей; знакомством с принципами имитационного моделирования и способами имитации сложных систем (на базе программных средств и пакетов прикладных программ); с описанием методов имитации на ЭВМ случайных величин; с рассмотрением некоторых вопросов статистической обработки результатов экспериментов и многомерных динамических дискретных и непрерывных (стохастических) систем управления; с моделями обработки больших данных.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: (лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося, консультации).

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

Приобретение обучающимися необходимых навыков в области системного моделирования реальных ситуаций и процессов: ознакомление с типами моделей и принципами аналитического и имитационного моделирования динамических систем; развитие навыков алгоритмизации, обработки данных и их реализации на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, 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
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способность моделировать, анализировать и использовать формальные методы конструирования программного обеспечения	ПК-1.3.1 знает основы моделирования и формальные методы конструирования программного обеспечения ПК-1.У.1 умеет использовать формальные методы конструирования программного обеспечения ПК-1.В.1 владеет навыками моделирования и формальными методами конструирования программного обеспечения

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математика. Математический анализ
- Информатика
- Основы программирования

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

- Защита информации
- Обработка экспериментальных данных

## 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,</b>	5/ 180	5/ 180

ЗЕ/ (час)		
<b>Из них часов практической подготовки</b>	34	34
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	76	76
<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)
<b>Семестр 7</b>					
<b>Раздел 1. Классификация моделей и типов моделирования.</b> Тема 1.1. Основные методы моделирования сложных систем. Типы пакетов прикладных программ для построения компьютерных моделей. Тема 1.2. Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло. Модели систем массового обслуживания (СМО). Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний СМО. Элементы численного моделирования. Тема 1.3. Модели интеллектуального анализа данных.	12		12		26
<b>Раздел 2. Статистический анализ результатов моделирования.</b> Тема 2.1. Верификация и значимость моделей. Тема 2.2. Моделирование временных рядов.	12		12		20
<b>Раздел 3. Моделирование линейных и нелинейных систем.</b> Тема 3.1. Модели линейных/нелинейных дискретных/непрерывных динамических объектов в Simulink. Тема 3.2. Модели детерминированного хаоса.	10		10		30
Итого в семестре:	34		34		76
Итого	34	0	34	0	76

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	<p>Тема 1.1.  <i>Лекция 1.</i> Понятие модели. Классификация видов моделирования. Математическое и компьютерное моделирование. Классификация математических моделей. Основные понятия и общий подход к решению проблемы моделирования сложных систем. Пакеты прикладных программ для моделирования сложных объектов.  <i>Демонстрация слайдов</i></p> <p>Тема 1.2.  <i>Лекция 2.</i> Аналитическое и имитационное моделирование. Этапы имитационного моделирования. Типы датчиков базовых случайных величин (СВ). Равномерные датчики СВ и их применение для генерации СВ с произвольным вероятностным распределением (метод Монте-Карло). <i>Демонстрация слайдов</i></p> <p><i>Лекции 3-4.</i> Основные понятия и общий подход к решению проблемы моделирования сложных систем. Моделирование отказов систем. Свойства простейших потоков отказов. Уравнения Колмогорова для формализации моделей систем массового обслуживания. Некоторые типы аналитических моделей систем в стационарном и не стационарном режимах функционирования. Принцип вычисления стационарных характеристик.  <i>Демонстрация слайдов</i></p> <p><i>Лекция 5.</i> Численное и имитационное моделирование конкретных типов сложных систем. Временные диаграммы. Критерии и показатели экономической эффективности функционирования некоторых моделей систем ТМО. <i>Демонстрация слайдов</i></p> <p>Тема 1.2.  <i>Лекция 6.</i> Модели ИАД для обработки больших данных. Модели распознавания образов для повышения репрезентативности выборки.</p>
2	<p>Тема 2.1.  <i>Лекция 7.</i> Проверка адекватности моделей. Статистический анализ результатов моделирования. Оценивание вероятностных распределений и их числовых характеристик. <i>Демонстрация слайдов</i></p> <p>Тема 2.2.  <i>Лекции 8-9.</i> МНК и модели временных рядов. Модели прогнозирования нестационарных стохастических временных рядов, порождаемых сложными динамическими объектами. Моделирование динамических систем в виде дифференциальных и разностных уравнений со стохастической неопределенностью.  <i>Демонстрация слайдов</i></p>
3	<p>Тема 3.1.  <i>Лекции 10-11.</i> Модели линейного программирования и пакеты ПП для построения компьютерных моделей.</p> <p>Тема 3.2.  <i>Лекции 12-13.</i> Модели детерминированного хаоса на примере автоколебаний. Практическое использование объектов детерминированного хаоса в теории сигналов и для моделирования реальных ситуаций в прикладных задачах.  <i>Демонстрация слайдов</i></p>

	<p><i>Лекции 14-15. Моделирование дискретных и непрерывных многомерных нелинейных детерминированных систем управления на принципах многообразий и вариационного исчисления с минимизацией дисперсии выходного сигнала. Демонстрация слайдов</i></p> <p><i>Лекции 16-17. Численное моделирование самолетом амфибия на принципах управления на многообразиях. Случай детерминированных помех. Вопросы устойчивости объекта управления. Демонстрация слайдов</i></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	Модели линейного программирования	4	4	2
2	Модели нелинейного программирования	6	6	3
3	Моделирование случайных величин с произвольным распределением на основе равномерного распределения. Метод Монте-Карло.	6	6	1
4	Модели статистического моделирования и прогнозирования динамических систем по временному ряду (на основе МНК)	4	4	2
5	Моделирование непрерывных моделей - дифференциальных уравнений в MatLab	6	6	1
6	Моделирование дискретных динамических моделей с описанием в виде разностных уравнений в MatLab Simulink	4	4	2
7	Моделирование объектов детерминированного хаоса	4	4	3
Всего		34	34	

#### 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)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	26	26
Всего:	76	76

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)
URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/339761">https://e.lanbook.com/book/339761</a> (дата обращения: 17.08.2023)	Совертков, П. И. Компьютерное моделирование / П. И. Совертков. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 424 с. — ISBN 978-5-507-46708-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	
URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/131726">https://e.lanbook.com/book/131726</a> (дата обращения: 17.08.2023).	Компьютерное моделирование в авиакосмической промышленности / под редакцией И. Б. Аббасова. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 300 с. — ISBN 978-5-97060-634-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-	



	библиотечная система.	
--	-----------------------	--

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://scp.sfedu.ru/study/1-5.html">http://scp.sfedu.ru/study/1-5.html</a>	Электронный учебник «Синергетическая теория управления»
<a href="https://msdn.microsoft.com/ru-ru/">https://msdn.microsoft.com/ru-ru/</a>	Официальный сайт компании <i>Microsoft</i> . <i>Microsoft DreamSpark for Academic Institutions</i>
<a href="http://bookash.pro/ru/t/MATLAB/">http://bookash.pro/ru/t/MATLAB/</a>	Сборник книг по моделированию в MatLab Simulink
<a href="http://www.matlab.ru">www.matlab.ru</a>	Консультационный сайт пакета Matlab

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	Операционная система <i>Microsoft Windows XP Professional</i>
2	<i>Microsoft Office</i>
3	<i>MATLAB – Simulink</i>

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	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория	Б.М. 23-08, 23-09, 23-10

## 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	Понятие модели. Классификация видов моделирования. Математическое и компьютерное моделирование. Классификация математических моделей. Основные понятия и общий подход к решению проблемы моделирования сложных систем. Пакеты прикладных программ для моделирования сложных объектов.	ПК-1.3.1
2	Типы датчиков базовых случайных величин (СВ). Равномерные датчики СВ и их применение для генерации СВ с произвольным вероятностным распределением (метод Монте-Карло).	
3	Моделирование отказов систем. Свойства простейших потоков отказов. Уравнения Колмогорова для состояний систем массового обслуживания (стационарном и не стационарном).	
4	Аналитическое и имитационное моделирование. Этапы имитационного моделирования. Этапы имитационного моделирования функционирования сложных систем. Временные диаграммы. Критерии и показатели экономической эффективности функционирования некоторых моделей систем.	ПК-1.У.1
5	Проверка адекватности моделей. Статистический анализ результатов моделирования. Оценивание вероятностных распределений и их числовых характеристик. Значимость моделей.	
6	Моделирование временного ряда. МНК.	
7	Модели прогнозирования нестационарных стохастических временных рядов, порождаемых сложными динамическими объектами.	
8	Модели детерминированного хаоса на примере объектов Фейгенбаума, Ферхюльста, Лоренца, Рэля. Практическое использование объектов детерминированного хаоса в теории сигналов и для моделирования реальных ситуаций в прикладных задачах.	
9	Моделирование дискретных многомерных нелинейных детерминированных систем управления на принципах многообразий и вариационного исчисления.	
10	Моделирование сложных динамических систем в виде систем обыкновенных дифференциальных уравнений с линейной и нелинейной правой частью.	
11	Дискретные и непрерывные нелинейными модели в Simulink. Дифференциальные и разностные уравнения.	ПК-1.В.1
12	Простейшая вариационная задача. Принцип минимального действия.	
13	Моделирование нелинейной 2-мерной системы управления на заданном многообразии. Принцип минимального действия и функционал качества синергетического управления.	
14	Методы и модели интеллектуального анализа и обработки больших данных.	

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

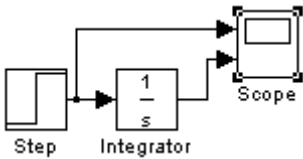
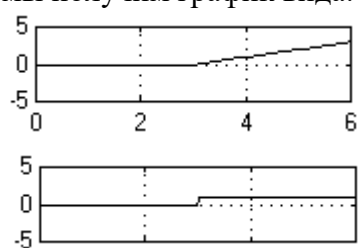
Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора	Код ответа
1	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите один правильный ответ</p> <p>Преобразование нелинейной модели в линейную называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) идентификацией;</li> <li>2) нелинейностью;</li> <li>3) линеаризацией;</li> <li>4) уточнением.</li> </ol>	ПК-1.3.1	3
2	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите подходящие утверждения</p> <p><b>Динамическая модель</b> описывает</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) проекцию объекта на одну из характеристик объекта;</li> <li>2) изменение характеристик объекта во времени;</li> <li>3) интегральную схему;</li> <li>4) стационарные состояния объекта;</li> <li>5) динамику изменений характеристик объекта согласно разностным/дифференциальным уравнениям.</li> </ol>	ПК-1.3.1	2, 5
3	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите один правильный ответ</p> <p>Процесс построения модели предполагает:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) описание всех свойств исследуемого объекта;</li> <li>2) выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта;</li> <li>3) описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта;</li> <li>4) выделение не более определенного экспертом числа существенных признаков объекта.</li> </ol>	ПК-1.3.1	2

4	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите один правильный ответ</p> <p>Для простейшего потока отказов системы (аппаратуры) интервал времени <math>\tau</math> между появлениями событий подчиняется</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) нормальному распределению</li> <li>2) показательному распределению <math>P(\tau &lt; z) = 1 - e^{-\lambda z}</math></li> <li>3) любому распределению</li> <li>4) равномерному распределению.</li> </ol>	ПК-1.3.1	2
5	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите один правильный ответ</p> <p>Уравнения Колмогорова для СМО описывают</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) вероятности отказа в обслуживании</li> <li>2) вероятности состояний системы во времени</li> <li>3) распределение числа <math>n</math> событий, попадающих на интервал длительности <math>t</math>;</li> <li>4) вероятности того, что на интервале длительностью <math>t</math> не появится ни одного события.</li> </ol>	ПК-1.3.1	2
6	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите один правильный ответ</p> <p>Динамическая модель, описываемая разностным/дифференциальным уравнением, называется <b>линейной</b>, если ее описание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) содержит переменные объекта (координаты) и их производные в линейном виде (линейная комбинация координат объекта и их производных);</li> <li>2) содержит коэффициенты перед переменными объекта в линейном виде, сами переменные и их производные могут иметь нелинейное описание;</li> <li>3) содержит только производные с коэффициентом пропорциональности;</li> <li>4) не содержит странных аттракторов в фазовом пространстве.</li> </ol>	ПК-1.3.1	1
7	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите один правильный ответ</p> <p>Модели отображают процессы, в которых отсутствуют случайные воздействия называются</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) детерминированными</li> <li>б) дискретными</li> <li>в) нелинейными</li> <li>г) абстрактными</li> <li>д) информационными</li> </ol>	ПК-1.3.1	а
8	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите один правильный ответ</p>	ПК-1.У.1	а

	<p>Динамическая модель является устойчивой, если</p> <p>а) будучи выведенной из своего исходного состояния, стремится к нему;</p> <p>б) при замене параметров модели другими значениями ведет себя аналогично (как и до замены);</p> <p>в) достигает исходного состояния при воздействии только детерминированными помехами (среды);</p> <p>г) достигает исходного состояния при воздействии только случайными помехами (среды);</p>		
9	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите один правильный ответ</p> <p>Моделирование — это:</p> <p>а) замещение одного объекта другим с целью получения информации о важнейших свойствах объекта-оригинала;</p> <p>б) создание материального (физического) объекта той или иной природы, отражающего только некоторые характеристики оригинала;</p> <p>в) создание базы знаний, отражающей поведение объекта во времени;</p>	ПК-1.У.1	а
10	<p><b>Инструкция:</b> Выберите утверждения относительно системы массового обслуживания, которые <i>верно</i> сформулировано:</p> <p>а) уравнения Колмогорова-Чепмена описывают вероятности отказа в СМО;</p> <p>б) число уравнений в системе Колмогорова-Чепмена равно числу состояний;</p> <p>в) одно из свойств простейшего потока событий — это отсутствие последствий;</p> <p>г) простейший поток событий есть пуассоновский поток;</p> <p>д) пуассоновский поток событий обладает всеми свойствами простейшего потока.</p>	ПК-1.У.1	б), в), г), д)
11	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите один правильный ответ</p> <p>Верификация имитационной модели – это</p> <p>1) это учет в модели объектов, не входящих в обучающую выборку, но входящих в генеральную совокупность, по отношению к которой данная обучающая выборка репрезентативна;</p> <p>2) есть проверка соответствия ее поведения предположениям экспериментатора;</p> <p>3) есть проверка соответствия ее поведения реальному объекту на измененных исходных данных;</p> <p>4) есть получение оценок ее параметров на основе МНК.</p>	ПК-1.У.1	2
12	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите один правильный ответ</p>	ПК-1.У.1	1

	<p>Адаптивность модели - это</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) способность модели быстро приспосабливать свою структуру и параметры к изменению условий (изменению выборки);</li> <li>2) характеристика обобщающей способности модели (приемлемые результаты на обучении и контроле);</li> <li>3) это учет в модели объектов, не входящих в обучающую выборку, но входящих в генеральную совокупность, по отношению к которой данная обучающая выборка репрезентативна.</li> </ol>		
13	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите один правильный ответ</p> <p><b>Регрессионная параметрическая модель в общем виде</b> – это</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) зависимость только линейного вида <math>f(x_k)=a \cdot y_k+b</math> на выборке <math>\{x_k, y_k\}_{k=1}^r</math>, для всех <math>k=1, \dots, r</math>;</li> <li>2) функция установления степени соответствия набора <math>\{x_k, y_k\}_{k=1}^r</math> какой-либо функции из заданного набора.</li> </ol>	ПК-1.В.1	2
14	<p>Составьте <b>проект модели Simulink</b> для получения двух графиков в одном окне Scope: единичного скачка на промежутке <math>[0,6]</math> и проинтегрированного единичного скачка с 3-х до 6-ти у.ед.</p> <p>Ответ.</p>  <p>мы получим график вида:</p> 	ПК-1.В.1	
15	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите один правильный ответ</p> <p><b>Переобучение</b> в нейросетевых <b>моделях</b> и моделях распознавания образов - это явление, характеризующее</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) низкий процент ошибок на обучающей выборке и высокий процент ошибок на контрольной выборке;</li> <li>2) низкий процент ошибок на обучающей выборке и низкий процент ошибок на контрольной выборке;</li> <li>3) высокий процент ошибок на обучающей выборке и низкий процент ошибок на контрольной выборке;</li> <li>4) высокий процент ошибок на обучающей выборке и высокий процент ошибок на контрольной выборке;</li> </ol>	ПК-1.В.1	1
16	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите один правильный ответ</p>	ПК-1.В.1	2

	<p><b>Декомпозиция модели системы</b> – это</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) поиск элемента с наибольшим числом связей;</li> <li>2) условное деление системы на ее составляющие по определенному правилу;</li> <li>3) формирование новой системы из множества подобных элементов;</li> <li>4) определение центрального (основного) элемента.</li> </ol>		
17	<p><b>Инструкция:</b> Изобразите в Simulink модель, отвечающая за получение графика решения уравнения <math>\dot{x} = -2x + 1.8u</math>, <math>x(0) = 0</math> (на входе – единичный скачок)</p>	ПК-1.В.1	<p><b>Ответ.</b></p>
18	<p><b>Инструкция:</b>Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p> <p><b>Компьютерная модель</b> - это</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) информационная модель, выраженная специальными знаками;</li> <li>2) структурная схема программы;</li> <li>3) любая модель, реализация которой основана на программных средствах;</li> <li>4) только физическая модель, реализованная инструментальными программными средствами.</li> </ol>	ПК-1	<p>Ответ: 3. Любая модель в современных условиях, требующая программную реализацию и предварительное ее тестирование на уровне программы, требует аппаратную часть - компьютер.</p>
19	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p> <p><b>Идентификация модели</b> означает–</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) распознавание образа объекта, который моделируется;</li> <li>2) статистический анализ модели и получение оценок ее параметров;</li> <li>3) проверка истинности соответствия модели реальному объекту;</li> <li>4) выбор одной модели из нескольких претендентов-моделей.</li> </ol>	ПК-1	<p>2), 4) Выбор 2) и 4) соответствует ГОСТ 20913-75: определение параметров и структуры математической модели, обеспечивающей наилучшее совпадение вы-ходных координат объекта и модели при одинаковых входных воздействиях.</p>
20	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в центральном столбце, подберите соответствующие номера позиций в левом столбце по формулировкам правого столбца.</p> <p>Указать нужное соответствие для продолжения</p>	ПК-1	<p>Ответ. 3D Нелинейная модель 1В, 3В Хаотическая модель 3А,3В Нелинейная и хаотическая модели</p>



<b>формулирования верного утверждения (множественный выбор).</b>		<table border="1"> <tr> <td>Номер</td> <td></td> <td>Номер соответствия</td> </tr> <tr> <td>А</td> <td>Нелинейная модель</td> <td>1 хаотическая модель</td> </tr> <tr> <td>В</td> <td>Хаотическая модель</td> <td>2 случайный процесс</td> </tr> <tr> <td>С</td> <td>Нелинейная и хаотическая модели</td> <td>3 детерминированная модель</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Номер		Номер соответствия	А	Нелинейная модель	1 хаотическая модель	В	Хаотическая модель	2 случайный процесс	С	Нелинейная и хаотическая модели	3 детерминированная модель					
		Номер		Номер соответствия															
		А	Нелинейная модель	1 хаотическая модель															
		В	Хаотическая модель	2 случайный процесс															
		С	Нелинейная и хаотическая модели	3 детерминированная модель															
21	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p> <p><b>Укажите целесообразный порядок этапов математического моделирования процесса:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) анализ результата;</li> <li>2) проведение исследования;</li> <li>3) определение целей моделирования;</li> <li>4) поиск математического описания.</li> </ol>	ПК-1	<p>Ответ 3, 4, 2, 1</p>																
22	<p><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.</p> <p><b>Представить алгоритм вычисления площади (пл.<math>S</math>) криволинейной фигуры <math>S</math> по методу Монте-Карло.</b></p>	ПК-1	<p>Ответ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зафиксировать прямоугольник <math>P</math>, в который входит криволинейная фигура <math>S</math>, и его площадь (пл.<math>P</math>).</li> <li>2. Применить процедуру заполнения случайными точками прямоугольник <math>P</math>.</li> <li>3. Рассчитать величины: <math>N_P</math> – число точек внутри прямоугольника <math>P</math>; <math>N_S</math> – число точек внутри криволинейной фигуры <math>S</math>; отношение величин <math>N_S / N_P</math>.</li> <li>4. Воспользоваться определением геометрической вероятности для вычисления площади криволинейной фигуры <math>S</math> и принципом метода Монте-Карло: <math>пл.S / пл.P = N_S / N_P</math>.</li> <li>5. Вычислить площадь (пл.<math>S</math>) криволинейной фигуры <math>S</math> по методу Монте-Карло: <math>пл.S = пл.P (N_S / N_P)</math>.</li> </ol>																

1 тип) 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 тип) 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 тип) 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 тип) 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 тип) 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 (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*).

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;

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:

- Вступление (введение): определение темы, плана и цели лекции, связь с предыдущими и последующими занятиями, постановка основных вопросов.
- Обоснование актуальности рассматриваемых вопросов.
- Изложение основного материала: реализация содержания темы, приведение системы доказательств и методических выводов. Приведение алгоритма, реализующего решение основной задачи (при необходимости).
- Формулировка вопросов по лекции к зачетному занятию.
- Рекомендации к выполнению соответствующей лабораторной работы.
- Заключение: логическое завершение подачи материала в виде кратких тезисов; рекомендаций по самостоятельной работе.

Подробные методические указания по освоению лекционного материала приведены в учебном методическом пособии, находящемся в электронной форме в виде электронных ресурсов 43 кафедры: Методическое обеспечение кафедры 43/Компьютерное моделирование/С.И. Колесникова. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Компьютерное моделирование».

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.

- 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.

Защита лабораторной работы студента осуществляется согласно отчету, в котором должны быть отражены:

- 1) ФИО студента, группа, наименование лабораторной работы, вариант (берётся из приложения 1);
- 2) начальные данные к работе (выдаются преподавателем), указание на выбранную методику поиска решения;
- 3) алгоритмизация и программное моделирование (согласно заданию);

4) отчет выполняется в документе word со скриншотами, пример отчета к лабораторной работе приведен в образце оформления в методическом пособии Методическое обеспечение кафедры 43/Компьютерное моделирование/С.И. Колесникова. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Компьютерное моделирование».

Результат работы программы представляется лично студентом на занятиях (на компьютере или в режиме on-line в LMS).

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задания и требования к проведению лабораторных работ, структура и форма отчета о лабораторной работе, образец оформления отчета о лабораторной работе, а также подробные методические указания по освоению лекционного материала приведены в учебном методическом пособии, находящемся в электронной форме в виде электронных ресурсов 43 кафедры: Методическое обеспечение кафедры 43/Компьютерное моделирование/С.И. Колесникова. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Компьютерное моделирование»

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Форма отчета о лабораторной работе приведена в учебном методическом пособии, находящемся в электронной форме в виде электронных ресурсов 43 кафедры: Методическое обеспечение кафедры 43/Компьютерное моделирование/С.И. Колесникова. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Компьютерное моделирование»

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе приведены в учебном методическом пособии, находящемся в электронной форме в виде электронных ресурсов 43 кафедры: Методическое обеспечение кафедры 43/Компьютерное моделирование/С.И. Колесникова. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Компьютерное моделирование»

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).

Методические указания к самостоятельной работе приведены в учебном методическом пособии, находящемся в электронной форме в виде электронных ресурсов 43 кафедры: Методическое обеспечение кафедры 43/Компьютерное моделирование/С.И. Колесникова. Методические указания к выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Компьютерное моделирование»

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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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