

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

Кафедра № 42

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель направления
проф., д.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)


С.В. Мичурин
(инициалы, фамилия)
(подпись)
«15» июня 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование систем»
(Наименование дисциплины)

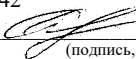
Код направления подготовки/ специальности	09.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Информационные системы и технологии
Наименование направленности	Информационные системы и технологии в бизнесе
Форма обучения	заочная


Лист согласования рабочей программы дисциплины

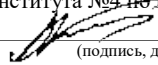
Программу составил (а) доцент, к.т.н. (должность, уч. степень, звание)	 14.06.22 (подпись, дата)	А. С. Афанасенко (инициалы, фамилия)
---	--	---

Программа одобрена на заседании кафедры № 42

«15» июня 2022 г, протокол № 7/2021-22

Заведующий кафедрой № 42 д.т.н., доц. (уч. степень, звание)	 15.06.22 (подпись, дата)	С.В. Мичурин (инициалы, фамилия)
---	--	-------------------------------------

Ответственный за ОП ВО 09.03.02(06) (должность, уч. степень, звание)	 15.06.22 (подпись, дата)	В.А. Миклуш (инициалы, фамилия)
--	--	------------------------------------

Заместитель директора института №4 по методической работе доц., к.т.н., доц. (должность, уч. степень, звание)	 15.06.22 (подпись, дата)	А.А. Ключарев (инициалы, фамилия)
--	--	--------------------------------------

Аннотация

Дисциплина «Моделирование систем» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 09.03.02 «Информационные системы и технологии» направленности «Информационные системы и технологии в бизнесе». Дисциплина реализуется кафедрой «№42».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности»

ОПК-8 «Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с анализом и синтезом математических моделей информационных, технических, биологических и других систем. Рассматриваются аналитическое и имитационное моделирование; построение динамических моделей путем численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений; моделирование случайных величин с заданными характеристикам; проверка статистических гипотез и применение статистических критериев; планирование эксперимента и обработка его результатов; стохастическая идентификация моделей адаптивными методами.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Получение студентами необходимых знаний и навыков в области компьютерного моделирования информационных систем; приобретение навыков проведения научных экспериментов; практическое применение знаний, полученных при изучении теории вероятностей.

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 компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.3.1 знать основы математики, физики, вычислительной техники и программирования ОПК-1.У.1 уметь решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ОПК-1.В.1 иметь навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
	ОПК-8 Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем	ОПК-8.3.1 знать методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, основные методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем, инструментальные средства моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем ОПК-8.У.1 уметь применять на практике математические модели, методы и средства проектирования и автоматизации систем на практике ОПК-8.В.1 иметь навыки моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Теория вероятностей и математическая статистика;
- Физика;
- Основы теории управления;
- Архитектура информационных систем.

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

- Методы и средства проектирования информационных систем;
- Методы искусственного интеллекта.

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
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия, всего час.	20	20
в том числе:		
лекции (Л), (час)	10	10
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	10	10
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	9	9
Самостоятельная работа, всего (час)	115	115
Вид промежуточной аттестации: 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 теории моделирования систем.	1		0		5

Тема 1.1. Понятийный аппарат теории моделирования систем. Формальное описание моделей. Входные и выходные воздействия. Переменные состояния. Тема 1.2. Классификация систем и их моделей. Статические и динамические, замкнутые и разомкнутые системы. Аналитические и имитационные модели.					
Раздел 2. Моделирование детерминированных систем и процессов. Тема 2.1. Динамические системы с непрерывным временем. Описание в виде систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Численное интегрирование систем ОДУ. Понятие устойчивости и некоторые другие сведения из теории автоматического управления. Тема 2.2. Конечные автоматы. Описание в виде графов Мили и Мура. Внешние и внутренние условия переходов между состояниями. Заикливание конечных автоматов. Тема 2.3. Сети Петри и другие способы моделирования параллельных и асинхронных процессов. Тема 2.4. Неустойчивое поведение детерминированных систем. Феномен динамического хаоса.	2		4		25
Раздел 3. Моделирование случайных процессов и событий. Тема 3.1. Понятие о случайности и псевдослучайности. Характеристики, моменты и функции случайных величин. Проверка на случайность. Тема 3.2. Моделирование случайных величин с заданным законом распределения. Метод обратной функции. Методы Неймана и кусочно-равномерной аппроксимации. Специальные методы моделирования нормально распределенной случайной величины. Тема 3.3. Моделирование зависимых случайных величин и событий. Ковариационная матрица. Выборочные оценки случайных величин. Тема 3.4. Проверка гипотез со случайными величинами. Виды статистических гипотез. Критерии Стьюдента, Колмогорова и Пирсона. Вычисление доверительных интервалов.	2		4		25

Раздел 4. Моделирование стохастических систем. Тема 4.1. Вероятностные конечные автоматы. Особенности описания и моделирования. Моделирование полной совокупности случайных событий. Тема 4.2. Скрытые марковские модели. Примеры задач, решаемых с помощью СММ. Оценка вероятности последовательности скрытых состояний по наблюдениям. Тема 4.3. Основы теории массового обслуживания. Процесс Пуассона. Системы массового обслуживания с приоритетами и без. Оценка параметров СМО аналитическими и имитационными методами. Тема 4.4. Сочетание детерминизма и случайности в реальных системах. Различие между случайностью и неопределенностью.	2		0		30
Раздел 5. Идентификация моделей информационных систем. Тема 5.1. Определение устойчивости и адекватности моделей. Дисперсия адекватности и дисперсия воспроизводимости. Критерий Фишера. Тема 5.2. Параметрическая идентификация систем средствами регрессионного анализа Тема 5.3. Авторегрессионная модель и ее идентификация при воздействии шумов. Примеры авторегрессионных процессов в природе и технике. Порядок модели. Метод Левинсона-Дурбина и фильтр Калмана. Тема 5.4. Обучение статистических моделей. Методы линейного дискриминантного анализа и главных компонент.	3		2		30
Итого в семестре:	10		10		115
Итого	10	0	10	0	115

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	Раздел 1. Основы теории моделирования систем. Тема 1.1. Понятийный аппарат теории моделирования систем. Формальное описание моделей. Входные и выходные воздействия. Переменные состояния. Тема 1.2. Классификация систем и их моделей. Статические и динамические, замкнутые и разомкнутые системы. Аналитические и имитационные модели.
2	Раздел 2. Моделирование детерминированных систем и процессов.

	Тема 2.1. Динамические системы с непрерывным временем. Описание в виде систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Численное интегрирование систем ОДУ. Понятие устойчивости и некоторые другие сведения из теории автоматического управления. Тема 2.2. Конечные автоматы. Описание в виде графов Мили и Мура. Внешние и внутренние условия переходов между состояниями. Заикливание конечных автоматов. Тема 2.3. Сети Петри и другие способы моделирования параллельных и асинхронных процессов. Тема 2.4. Неустойчивое поведение детерминированных систем. Феномен динамического хаоса.
3	Раздел 3. Моделирование случайных процессов и событий. Тема 3.1. Понятие о случайности и псевдослучайности. Характеристики, моменты и функции случайных величин. Проверка на случайность. Тема 3.2. Моделирование случайных величин с заданным законом распределения. Метод обратной функции. Методы Неймана и кусочно-равномерной аппроксимации. Специальные методы моделирования нормально распределенной случайной величины. Тема 3.3. Моделирование зависимых случайных величин и событий. Ковариационная матрица. Выборочные оценки случайных величин. Тема 3.4. Проверка гипотез со случайными величинами. Виды статистических гипотез. Критерии Стьюдента, Колмогорова и Пирсона. Вычисление доверительных интервалов.
4	Раздел 4. Моделирование стохастических систем. Тема 4.1. Вероятностные конечные автоматы. Особенности описания и моделирования. Моделирование полной совокупности случайных событий. Тема 4.2. Скрытые марковские модели. Примеры задач, решаемых с помощью СММ. Оценка вероятности последовательности скрытых состояний по наблюдениям. Тема 4.3. Основы теории массового обслуживания. Процесс Пуассона. Системы массового обслуживания с приоритетами и без. Оценка параметров СМО аналитическими и имитационными методами. Тема 4.4. Сочетание детерминизма и случайности в реальных системах. Различие между случайностью и неопределенностью.
5	Раздел 5. Идентификация моделей информационных систем. Тема 5.1. Определение устойчивости и адекватности моделей. Дисперсия адекватности и дисперсия воспроизводимости. Критерий Фишера. Тема 5.2. Параметрическая идентификация систем средствами регрессионного анализа Тема 5.3. Авторегрессионная модель и ее идентификация при воздействии шумов. Примеры авторегрессионных процессов в природе и технике. Порядок модели. Метод Левинсона-Дурбина и фильтр Калмана. Тема 5.4. Обучение статистических моделей. Методы линейного дискриминантного анализа и главных компонент.

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	№ раздела дисциплины
-------	---------------------------	----------------------------	---------------------	---------------------	----------------------

				подготовки, (час)	
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	Моделирование случайной величины с заданным законом распределения	4		3
2	Моделирование систем в виде конечных автоматов и имитация внешней среды	4		4
3	Регрессионный анализ	2		5
Всего:		10		

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)	70	70
Оформление отчетов по лабораторным работам (ЛР)	10	10
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	2	2
Домашнее задание (ДЗ)	8	8
Контрольные работы заочников (КРЗ)	10	10
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	15	15
Всего:	115	115

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	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
004 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.	20
004 А 94	Применение сверточных нейронных сетей для идентификации систем : учебное пособие / А. С. Афанасенко ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2021. - 42 с.	20
658 С 56	Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Учебник для вузов (6 - е изд.). - М.: Высшая школа, 2009.	64
519.6/.8 С 78	Статистическое моделирование информационных систем [Текст] : учебное пособие. Ч. 1 / С. Н. Воробьев [и др.] ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2010. - 151 с.	109
519.6/.8 Г 62	Математическое моделирование систем и процессов [Текст] : учебное пособие / Н. В. Голубева. - СПб. [и др.] : Лань, 2013. - 191 с.	15
	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68472 Петров, А.В. Моделирование процессов и систем [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 288 с.	

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
http://fablabs.ru/wiki/index.php/Anaconda	Русскоязычная документация по пакету Anaconda
http://is.ifmo.ru/books/perestr_struct/	Шидловский С.В. Автоматическое управление. Перестраиваемые структуры. Томск, 2006., 288 с

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	GPSS/PC
2	Anaconda Individual Edition
3	Python 3.7
4	JetBrains Pycharm IDE Community Edition

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице

11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

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

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Вычислительная лаборатория	33-02, 33-07

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.

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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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 направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Цели и задачи моделирования систем	ОПК-1.3.1
2	Модели и их роль в изучении процессов функционирования ИС	ОПК-8.3.1
3	Классификация видов моделирования ИС	ОПК-8.3.1
4	Аналитические и имитационные модели ИС	ОПК-8.3.1
5	Комбинированные (аналитико-имитационные) модели ИС	ОПК-8.3.1

6	Формальное описание динамических систем. Эндогенные и экзогенные переменные. Закон функционирования системы.	ОПК-8.В.1
7	Основные понятия теории моделирования систем	ОПК-1.3.1
8	Понятие линейной системы. Принципы суперпозиции и гармонической верности в линейных системах.	ОПК-1.3.1
9	Формальное описание динамических систем с помощью ОДУ. Общая схема численного решения на ЭВМ.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
10	Вывести формулы явного метода решения системы ОДУ (по Эйлеру). Пояснить проблему выбора шага интегрирования.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
11	Численное решение уравнений динамической системы методами Адамса и Рунге-Кутты. Зарисовать блок-схему реализации на ЭВМ.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
12	Дискретно-стохастические модели в ИС (P - схемы)	ОПК-1.3.1 ОПК-8.3.1
13	Провести анализ поведения динамической системы по фазовому портрету и автокорреляционной функции.	ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1
14	Непрерывно-стохастические модели в ИС (Q - схемы)	ОПК-1.3.1 ОПК-8.3.1
15	Понятие случайности в моделировании систем. Способы проверки числовых последовательностей на случайность и независимость.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
16	Генерация базовых псевдослучайных последовательностей на ЭВМ и ее применение при разработке ИС.	ОПК-1.3.1 ОПК-8.3.1
17	Построить алгоритм формирования последовательности чисел с треугольным законом распределения методом обратной функции.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1
18	Построить алгоритм формирования последовательностей чисел с заданным законом распределения методом Неймана.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1
19	Привести алгоритмы формирования последовательностей чисел с нормальным законом распределения.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1
20	Принципы алгоритмизации процессов функционирования ИС	ОПК-8.3.1
21	Вычисление ковариационной матрицы данных и моделирование зависимых случайных величин.	ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1
22	Методы построения моделирующих алгоритмов ИС.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1
23	Построение графических схем моделирующих алгоритмов ИС.	ОПК-1.В.1 ОПК-8.В.1
24	Получение и интерпретация результатов моделирования	ОПК-1.3.1 ОПК-8.3.1
25	Преобразования случайных последовательностей (умножение на скаляр, сложение со скаляром, сложение с другой последовательностью). Решение задачи о дисперсии суммы случайных величин.	ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1
26	Стохастические системы и возможности их компьютерного моделирования.	ОПК-1.3.1

27	Проверка статистических гипотез. Применение критериев Стьюдента, Фишера и Пирсона. Решение задачи расчета односторонних и двусторонних доверительных интервалов.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1
28	Линейная регрессия – общие понятия, предикторы, факторы, отклики.	ОПК-1.3.1
29	Решение уравнения регрессии методом наименьших квадратов. Решение задачи о вычислении матрицы Якоби.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
30	Построение алгоритма проверки регрессионной модели на адекватность.	ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1
31	Имитация случайных событий при имитационных экспериментах. Решение задачи о проверке потока событий на ординарность.	ОПК-1.3.1 ОПК-1.У.1
32	Повышение устойчивости регрессионного анализа к аномалиям в исходных данных. Решение задачи поиска аномальных выбросов в экспериментальных данных по критерию 3σ .	ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1
33	Идентификация параметров модели скользящего среднего пакетным методом. Построение алгоритма выбора порядка модели.	ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1
34	Нелинейные модели ИС. Особенности идентификации нелинейных моделей систем.	ОПК-1.3.1 ОПК-8.3.1
35	Проблема обеспечения точности и достоверности результатов компьютерного моделирования	ОПК-1.3.1 ОПК-8.3.1
36	Идентификация параметров модели скользящего среднего рекуррентным методом. Построение алгоритма выбора порядка модели.	ОПК-1.У.1 ОПК-1.В.1
37	Использование методов машинного обучения при моделировании ИС	ОПК-1.3.1 ОПК-8.3.1
38	Особенности построения моделирующих алгоритмов систем и сетей массового обслуживания. Решение задачи моделирования СМО «HTTP-сервер» в общем виде.	ОПК-8.3.1 ОПК-8.У.1 ОПК-8.В.1
39	Представление асинхронных ИС в виде сетей Петри. Основные принципы и примеры использования. Построение графа сети Петри для системы «автозаправочная станция».	ОПК-8.У.1 ОПК-8.В.1
40	Принципы использования искусственного интеллекта для построения моделей ИС	ОПК-8.3.1

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
	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
	Не предусмотрено

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
1	Дискретно-детерминированные модели (F - схемы). Описание в виде конечных автоматов Мили и Мура.
2	Способы проверки числовых последовательностей на случайность и независимость.
3	Моделирование непрерывно-детерминированных систем с помощью аппарата ОДУ и вопросы численного интегрирования.
4	Моделирование работы пассажирского лифта в трехэтажном здании с помощью сети Петри.
5	Моделирование процесса покупки авиабилетов при помощи UML-диаграмм.
6	Моделирование работы станции автомойки с помощью аппарата СМО.
7	Примеры идентификации систем с помощью авторегрессионных моделей.
8	Объектно-ориентированный подход к моделированию информационных систем (на примере веб-сервера).
9	Формализация требований к системе на этапе разработки (описание процесса с примером)
10	Проверка моделей на адекватность методами математической статистики.
11	Практическое применение метода Монте-Карло при моделировании современных информационно-справочных систем.
12	Формирование последовательностей чисел с заданным законом распределения. Метод Неймана.

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

Целью изучения дисциплины является получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области разработки и применения компьютерных моделей информационных и общетехнических систем, а также методов их анализа, синтеза и идентификации.

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 теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой.
- Обобщение изложенного материала
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

Методические указания по освоению лекционного материала имеются в библиотеке ГУАП: Статистические методы моделирования информационных систем : учебно-методическое пособие / А. С. Афанасенко ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2019. - 51 с.

Эти материалы также имеются в электронном виде по адресу: <https://pro.guap.ru/get-material/d1216e0e7499a6d4af843fa12737c746>.

11.2. 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

Вариант задания по каждой лабораторной работе обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы. Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающийся должен подготовить необходимые данные, получить от преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, иллюстративный материал (таблицы, графики, схемы), полученные результаты и выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе каждым обучающимся выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «Сектор нормативной документации».

Методические указания по освоению лекционного материала имеются в библиотеке ГУАП: Статистические методы моделирования информационных систем: учебно-методическое пособие / А. С. Афанасенко ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2019. - 51 с.

Эти материалы также имеются в электронном виде по адресу: <https://pro.guap.ru/get-material/d1216e0e7499a6d4af843fa12737c746>.

11.3. 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 включает 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.

11.4. 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 успеваемости обеспечивается проверочными работами, направленными на проверку степени освоения лекционного материала, также учитываются сроки сдачи лабораторных работ.

11.5. 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 проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

В случае невыполнения и/или неуспешной сдачи 1 и более лабораторных работ, максимальная оценка на экзамене снижается на 1 балл за каждую несданную лабораторную работу.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы 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