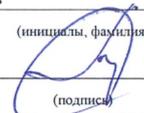


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 82

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы
д.э.н., проф. _____
(должность, уч. степень, звание)

А.С. Будагов _____
(инициалы, фамилия)

(подпись)
«27» июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Математическое моделирование систем управления»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	09.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Прикладная информатика
Наименование направленности	Интеллектуальные информационные системы и технологии
Форма обучения	заочная
Год приема	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

д.т.н., проф. _____
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

С.Б. Рудницкий _____
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 82

«20» июня 2024 г, протокол № 11

Заведующий кафедрой № 82

д.э.н., проф. _____
(уч. степень, звание)


(подпись, дата)

А.С. Будагов _____
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №8 по методической работе

доц., к.э.н., доц. _____
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

Л.В. Рудакова _____
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Математическое моделирование систем управления» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.03 «Прикладная информатика» направленности «Интеллектуальные информационные системы и технологии». Дисциплина реализуется кафедрой «№82».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-7 «Способность проводить анализ больших данных с использованием существующей в организации методологической и технологической инфраструктуры»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основ теории управления, математических методов описания объектов и систем управления, основных методов математического моделирования различных объектов и систем управления, их разработкой, исследованием и внедрением в цифровую экономику.

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

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:

- обеспечить обучающимся получение необходимых знаний о методах математического моделирования различных объектов и систем управления и их связях с основными направлениями развития интеллектуальных компьютерных приложений;
- научить выбирать способ построения математической модели и обучить методам исследования модели в зависимости от решаемой задачи;
- сформировать навыки построения математических моделей систем управления и их исследования.

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-7 Способность проводить анализ больших данных с использованием существующей в организации методологической и технологической инфраструктуры	ПК-7.3.2 знать основные методы математического моделирования; методы оценки моделей ПК-7.У.2 уметь определять требования к поставщикам данных из гетерогенных источников; осуществлять взаимодействие с внутренними и внешними поставщиками данных из гетерогенных источников; проводить анализ больших данных с использованием существующей в организации методологической и технологической инфраструктуры ПК-7.В.2 владеть навыками производства оценки соответствия набора данных предметной области и задачам аналитических работ

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика. Математический анализ»;
- «Дискретная математика»;
- «Анализ данных»;
- «Математические основы ИИ»;
- «Математические методы и модели в управлении».

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

- «Интеллектуальные информационные системы».
- «Имитационное моделирование».

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
		№8
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	8	8
Аудиторные занятия, всего час.	16	16
в том числе:		
лекции (Л), (час)	8	8
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	8	8
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	9	9
Самостоятельная работа, всего (час)	119	119
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 8					
Раздел 1. Нелинейные системы управления Тема 1.1. Понятие устойчивости нелинейной системы. Тема 1.2. Анализ локальной устойчивости. Тема 1.3. Линейные матричные неравенства. Тема 1.4. Анализ глобальной устойчивости.	1	1			20
Раздел 2. Колебательные системы. Тема 2.1. Периодические и квазипериодические колебания. Тема 2.2. Бифуркации. Тема 2.3. Хаотические системы.	2	1			19
Раздел 3. Дискретные системы управления. Тема 3.1. Дискретные модели. Тема 3.2. Устойчивость дискретных систем. Тема 3.3. Формы записи дискретных систем. Z-преобразование. Тема 3.4. Дискретизация.	2	1			20

Раздел 4. Системы с задержками. Тема 4.1. Подход к решению. Метод шагов. Тема 4.2. Устойчивость линейных систем с задержкой. Тема 4.3. Дескрипторный метод.	1	1			20
Раздел 5. Нечеткие модели. Тема 5.1. Нечеткие множества и лингвистические переменные. Тема 5.2. Нечеткие системы. Тема 5.3. Задачи группировки и упорядочения. Тема 5.4. Нечеткие числа.	1	2			20
Раздел 6. Нейронные сети. Тема 6.1. Математическая модель нейрона. Тема 6.2. Прямое распространение. Тема 6.3. Обратное распространение.	1	2			20
Итого в семестре:	8	8			119
Итого	8	8	0	0	119

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	Введение в курс. Понятие устойчивости нелинейной системы. Анализ локальной устойчивости. Типы положений равновесия системы второго порядка. Линейные матричные неравенства. Критерий Сильвестра. Анализ глобальной устойчивости. Метод функций Ляпунова. Абсолютная устойчивость.
2	Периодические и квазипериодические колебания. Понятие бифуркации в динамических системах. Седлоузловая бифуркация. Определение хаотической системы. Транскритическая бифуркация. Вилообразная бифуркация. Бифуркация Андронова-Хопфа. От колебаний – к хаосу. Критерии хаотичности.
3	Дискретные модели и системы управления. Устойчивость дискретных систем. Формы записи дискретных систем. Переход от системы в форме «вход-выход» к форме пространства состояний и наоборот. Z-преобразование. Передаточная функция дискретной системы.
4	Системы с задержками (запаздываниями) – идея решения. Метод шагов (Р. Беллман).
5	Нечеткие множества и лингвистические переменные. Нечеткие системы. Задачи группировки и упорядочения. Нечеткие числа. Вероятность или нечеткость? Устойчивость линейных систем с задержкой. Дескрипторный метод.

6	Математическая модель нейрона. Прямое распространение. Обратное распространение.
---	--

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
Семестр 8					
1	Решение задач по поиску положения равновесия нелинейной системы по заданным параметрам	Решение ситуационных задач	1	1	1
2	Решения задач по поиску возможных бифуркаций в нелинейных системах и построению их фазовых портретов.	Решение ситуационных задач	1	1	2
3	Решение задач по переходу к функциональной модели «вход-выход» и построению передаточной функции канонической модели дискретной системы в пространстве состояний.	Решение ситуационных задач	2	2	3
4	Моделирование систем с произвольной постоянной задержкой h .	Решение ситуационных задач	2	2	4
5	Решение задач по поиску дескрипторным методом максимальных задержек при которых данная система будет устойчивой.	Решение ситуационных задач	1	1	5
6	Математические модели нейрона и ИНС. Текущее состояние и перспективы ИНС.	Групповая дискуссия.	1	1	6
Всего			8		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость,	Из них	№
---	---------------------------------	---------------	--------	---

п/п		(час)	практической подготовки, (час)	раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

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 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	40
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	19	19
Домашнее задание (ДЗ)	20	20
Контрольные работы заочников (КРЗ)	20	20
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	20	20
Всего:	119	119

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)
	Поляков О.М. Теоретические основы ИИ. //изд. ГУАП, 2023, 252с.	50
URL: https://e.lanbook.com/book/126938	Методы и модели исследования сложных систем и обработки больших данных:	

	монография / И. Ю. Парамонов, В. А. Смагин, Н. Е. Косых, А. Д. Хомоненко; под редакцией В. А. Смагина и А. Д. Хомоненко. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-4006-1. — Текст: электронный	
URL: https://books.ifmo.ru/file/pdf/2706.pdf	Плотников С.А., Семенов Д.М., Фрадков А.Л., Математическое моделирование систем управления. – СПб: Университет ИТМО, 2021. – 193 с. — Текст: электронный.	

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
https://lms.guar.ru/new/course/view.php?id=55	Система дистанционного обучения ГУАП

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

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

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

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

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	Ленсовета, 14, 24-15
2	Мультимедийная лекционная аудитория	Ленсовета, 14, 14-(06-09)

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"> – 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.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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 (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Сколько положений равновесия может быть у нелинейной системы?	ПК-7.3.2
2	Приведите примеры типичных нелинейных явлений.	ПК-7.3.2
3	Какие проблемы могут возникать при решении нелинейной системы?	ПК-7.3.2
4	Какие функции следует использовать для описания нелинейных систем чтобы избежать проблем существования и единственности решения?	ПК-7.3.2
5	Чем отличается локальная устойчивость от глобальной?	ПК-7.3.2
6	Что такое линеаризация?	ПК-7.3.2
7	Как исследовать положение равновесия на локальную устойчивость.	ПК-7.У.2
8	Какие методы исследования глобальной устойчивости Вы знаете?	ПК-7.3.2
9	Приведите примеры типов положений равновесия системы второго порядка.	ПК-7.У.2
10	Зачем нужны линейные матричные неравенства?	ПК-7.3.2
11	Каким образом можно проверить, является ли матрица положительно (отрицательно) определенной?	ПК-7.В.2
12	Как доказать глобальную устойчивость системы?	ПК-7.У.2
13	Опишите методику исследования динамики системы на примере модели популяции.	ПК-7.В.2
14	Что такое автоколебания?	ПК-7.3.2
15	Чем отличаются нелинейные колебательные системы от линейных?	ПК-7.3.2
16	Когда линейная система является колебательной?	ПК-7.У.2
17	Что такое бифуркация? Виды бифуркаций.	ПК-7.3.2
18	В чем заключаются особенности бифуркации Андронова-Хопфа?	ПК-7.У.2
19	Дайте определение и приведите примеры хаотических систем.	ПК-7.У.2
20	Что такое аттрактор?	ПК-7.3.2
21	Какая система является хаотической?	ПК-7.3.2
22	Какие критерии хаотичности Вы знаете?	ПК-7.В.2
23	Чем отличается дискретная система от непрерывной?	ПК-7.3.2
24	Приведите пример дискретной системы.	ПК-7.В.2
25	Напишите формулу Коши для дискретной системы и объясните её.	ПК-7.3.2
26	Приведите пример, для чего используется Z -преобразование?	ПК-7.У.2
27	Как найти передаточную функцию дискретной системы?	ПК-7.В.2
28	Зачем нужна дискретизация?	ПК-7.3.2
29	В чем преимущество метода Тастина над методом Эйлера?	ПК-7.У.2

30	Что такое континуализация?	ПК-7.3.2
31	Зачем нужен метод шагов? Кто и когда его придумал?	ПК-7.3.2
32	Для чего используются метод функционалов Ляпунова-Красовского и метод Разумихина? В чем их различия?	ПК-7.У.2
33	В каких случаях лучше использовать метод функционалов Ляпунова-Красовского, а в каких – метод Разумихина?	ПК-7.У.2
34	Для чего нужен дескрипторный метод?	ПК-7.3.2
35	В каких случаях Вы будете использовать дескрипторный метод, а в каких метод функционалов Ляпунова-Красовского или Разумихина?	ПК-7.3.2
36	Понятия «нечеткой системы», «нечеткого отображения», «нечеткой функции», «нечеткого множества».	ПК-7.3.2
37	Приведите примеры задач группировки (кластеризации, таксономии).	ПК-7.У.2
38	Приведите примеры задач упорядочения.	ПК-7.У.2
39	В чем заключается прикладной смысл нечеткого числа? Примеры нечетких чисел.	ПК-7.3.2
40	В чем разница между стохастическим и нечетким подходом?	ПК-7.У.2
41	Какие задачи можно решать, используя нечеткие отношения?	ПК-7.3.2
42	Дайте определение искусственной нейронной сети (ИНС). Расскажите историю развития ИНС.	ПК-7.3.2
43	С какими задачами ИНС справляются лучше, чем обычные алгоритмы классификации?	ПК-7.В.2
44	Опишите математическую модель нейрона.	ПК-7.3.2
45	Для чего в наше время используются искусственные нейронные сети?	ПК-7.У.2
46	Опишите простейшую искусственную нейронную сеть.	ПК-7.3.2
47	Объясните физический смысл алгоритма обучения нейронной сети.	ПК-7.3.2
48	Что такое прямое распространение в ИНС?	ПК-7.3.2
49	Зачем нужно обратное распространение?	ПК-7.3.2
50	Для чего используется метод градиентного спуска?	ПК-7.3.2

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 курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

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

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

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора

1	<p>Определите какие положения равновесия могут иметь нелинейные системы.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) одно устойчивое; 2) одно неустойчивое; 3) несколько устойчивых; 4) несколько неустойчивых; 5) не имеет. 	ПК-7.3.2
2	<p>Определите принципы и теоремы для доказательства существования и единственности (или только существования) ограниченных решений нелинейных дифференциальных уравнений.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) теорема Эйлера; 2) теорема Коши; 3) теорема Тихонова о неподвижной точке; 	ПК-7.3.2
3	<p>3. Определите существуют ли точные методы решения нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих колебательные системы.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) да; 2) нет. 	ПК-7.3.2
4	<p>Выберите задачи для решения которых применяют линейные матричные неравенства:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) анализ устойчивости линейных систем; 2) оценка квадратичного функционала; 	ПК-7.У.2
5	<p>Определите какого типа реальные колебательные системы.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) линейные; 2) нелинейные. 	ПК-7.В.2
6	<p>Определите, чем отличаются нелинейные колебательные системы от линейных.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) нарушением принципа суперпозиции; 2) нарушением принципа достаточности. 	ПК-7.В.2
7	<p>Определите колебания какого типа наиболее сложно отличить друг от друга.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) периодического; 2) квазипериодического; 3) случайного; 4) хаотического. 	ПК-7.В.2
8	<p>Определите, чем определяется устойчивость нелинейных систем</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) параметрами системы; 2) начальными условиями; 3) амплитудой входного сигнала. 	ПК-7.3.2
9	<p>Выберите признаки, по которым определяют устойчивость нелинейной системы.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) устойчивость в малом; 2) устойчивость в большом; 3) устойчивость в целом 	ПК-7.3.2
10	Определите понятие «Аттрактор» и его физических смысл.	ПК-7.3.2
11	Определите понятие «Бифуркация» и его физических смысл.	ПК-7.3.2
12	Определите и обоснуйте, чем дискретная система отличается от непрерывной.	ПК-7.3.2
13	<p>Выберете в каких случаях Вы будете использовать дескрипторный метод, а в каких метод функционалов Ляпунова-Красовского или Разумихина.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) системы классификации и кодирования 3) дескрипторный 	ПК-7.У.2

	метод технико-экономической информации; 2) управляемые системы с запаздыванием. 4) функционалы	
14	Определите разницу (достоинства и недостатки) между стохастическим и нечетким подходом.	ПК-7.У.2
15	Определите задачи, с которыми искусственные нейронные сети справляются лучше, чем обычные алгоритмы классификации.	ПК-7.В.2

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	Выбор класса модели: линейные/нелинейные; статистические/динамические; детерминированные/стохастические, нечеткие модели.
2	Основные принципы исследования математических моделей объектов и систем управления.
3	Основные подходы и методы оценивания адекватности моделей.
4	Доказать устойчивость системы (варианты) с помощью метода функций Ляпунова.
5	Доказать (с помощью критерия Попова) асимптотическую устойчивость нелинейной системы (варианты).
6	Найти положение равновесия нелинейной системы (варианты), линеаризовать систему около одного из положений равновесия и исследовать полученную систему на устойчивость.
7	Найти возможные бифуркации в нелинейной системе (варианты) и определить тип положений равновесия.
8	Осуществить переход канонической дискретной модели к функциональной модели «вход-выход» и построить передаточную функцию системы (варианты).
9	По заданной функциональной модели дискретной системы (варианты) в форме «вход-выход» перейти к канонической модели в пространстве состояний.
10	По передаточной функции устойчивой непрерывной системы (варианты) найти передаточную функцию дискретной системы.

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:

- в начале лекции выборочный опрос, ответы на вопросы, возникшие при самостоятельной работе;
- чтение лекции при необходимости с использованием слайдов презентации;
- по окончании лекции краткий опрос и дискуссия;
- по окончании цикла лекций – итоговый контроль.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах (*не предусмотрено*).

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

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

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

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

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

Требования к проведению практических занятий

Практические занятия проводятся в соответствии с планом, приведенным в таблице 5. Каждое занятие носит комплексный характер и предполагает получение различных знаний и навыков. В основе практических занятий лежит ознакомление и получение

навыков работы с методами математического моделирования используемыми в различных системах управления.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ (*не предусмотрено*).

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения 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, 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. В настоящей дисциплине указанная связность особенно важна, поскольку усвоение материала каждой темы требует понимания пройденного материала.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения);
- перечень заданий на контрольные работы (таблица 19).

Для выполнения контрольных работ 4 – 10 получить формализованные данные систем, которые требуется исследовать, у преподавателя или выбрать их самостоятельно.

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 успеваемости осуществляется в начале лекций или практических занятий путем выборочного опроса. На практических занятиях, посвященных решению задач математического моделирования, текущий контроль осуществляется в конце занятий по результатам решений этих задач. Результаты текущего контроля анализируются, обобщаются и учитываются при проведении промежуточной аттестации.

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». Оценка знаний, умений и навыков обучаемых производится на основе списка вопросов, изложенного в таблице 15, с учетом результатов текущего контроля.

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