

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)

«20» февраля 2025 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 | 2025 |

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

«13» февраля 2025 г, протокол № 6

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.guap.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 |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |