

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

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

Старший преподаватель

(должность, уч. степень, звание)

Е.П. Виноградова

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«17» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Нелинейные системы автоматического управления»
(Наименование дисциплины)

| | |
|---|---|
| Код направления подготовки/ специальности | 11.04.04 |
| Наименование направления подготовки/ специальности | Электроника и нанoeлектроника |
| Наименование направленности | Системы сбора, обработки и отображения информации |
| Форма обучения | очная |
| Год приема | 2025 |

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доц. к.т.н. доц.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.Л. Ляшенко

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«17» февраля 2025 г, протокол № 6/25

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.Р. Бестутин

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Нелинейные системы автоматического управления» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» направленности «Системы сбора, обработки и отображения информации». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-5 «Способен анализировать состояние научно-технической проблемы»

ПК-6 «Готов формулировать цели и задачи научных исследований, обладает способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с особенностями систем автоматического управления, содержащих звенья с нелинейными характеристиками, рассмотрением математических методов анализа таких систем и методов их коррекции.

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

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

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

Целью преподавания дисциплины является получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в вопросах, связанных с особенностями систем автоматического управления, в составе которых имеются элементы с существенно нелинейными характеристиками, математических методах анализа и синтеза таких систем, предоставление возможности обучающимся развить и продемонстрировать навыки в области исследования нелинейных систем автоматического управления.

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-5 Способен анализировать состояние научно-технической проблемы | ПК-5.3.1 знать принципы и методологию проведения исследований в области электроники и нанoeлектроники |
| Профессиональные компетенции | ПК-6 Готов формулировать цели и задачи научных исследований, обладает способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач | ПК-6.3.1 знать принципы построения изделий электроники и нанoeлектроники и физические принципы их функционирования ПК-6.В.1 владеть навыками выбора методики проведения научных исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники с учетом физических эффектов в электронных приборах, анализа полученных результатов |

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

– «Математическое моделирование устройств и систем»,

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

– «Специфика моделирования сложных электронных устройств сбора, обработки и отображения информации».

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 |
|---|--------|---------------------------|
| | | №2 |
| 1 | 2 | 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час) | 4/ 144 | 4/ 144 |
| Из них часов практической подготовки | 17 | 17 |
| Аудиторные занятия, всего час. | 34 | 34 |
| в том числе: | | |
| лекции (Л), (час) | 17 | 17 |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час) | | |
| лабораторные работы (ЛР), (час) | 17 | 17 |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час) | | |
| экзамен, (час) | 36 | 36 |
| Самостоятельная работа, всего (час) | 74 | 74 |
| 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 2 | | | | | |
| Раздел 1. Понятие о нелинейных системах управления Тема 1.1. Классификация нелинейных характеристик Тема 1.2. Типовые нелинейные звенья и их статические характеристики Тема 1.3. Анализ методов исследования нелинейных систем | 2 | | 5 | | 9 |
| Раздел 2. Методы исследования нелинейных систем управления Тема 2.1. Метод фазовых траекторий Тема 2.2. Способы построения фазовых траекторий Тема 2.3. Метод гармонической линеаризации | 3 | | 2 | | 13 |
| Раздел 3. Релейные системы автоматического управления Тема 3.1. Особенности релейных систем Тема 3.2. Методы анализа релейных систем | 3 | | 4 | | 13 |
| Раздел 4. Устойчивость нелинейных систем управления Тема 4.1. Автоколебания в нелинейных системах Тема 4.2. Методы исследования устойчивости нелинейных систем. | 3 | | 2 | | 13 |

| | | | | | |
|--|----|---|----|---|----|
| Раздел 5. Качество регулирования нелинейных систем Тема 5.1. Показатели качества нелинейных систем Тема 5.2. Использование показателей качества для коррекции и синтеза нелинейных систем. | 3 | | 2 | | 13 |
| Раздел 6. Случайные процессы в нелинейных системах Тема 6.1. Особенности прохождения случайных процессов через нелинейные системы Тема 6.2. Статистическая линеаризация нелинейных систем | 3 | | 2 | | 13 |
| Итого в семестре: | 17 | | 17 | | 74 |
| Итого | 17 | 0 | 17 | 0 | 74 |
| | | | | | |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий |
|---------------|---|
| 1 | <p>Раздел 1. Понятие о нелинейных системах управления</p> <p>Тема 1.1. Классификация нелинейных характеристик</p> <p>Общие сведения о нелинейных системах. Причины возникновения нелинейностей.</p> <p>Тема 1.2. Типовые нелинейные звенья и их статические характеристики</p> <p>Типовые нелинейности. Звенья с однозначными и неоднозначными характеристиками. Насыщение. Зона нечувствительности. Релейные характеристики. Гистерезис.</p> <p>Тема 1.3. Анализ методов исследования нелинейных систем</p> <p>Особенности математического описания нелинейных систем. Основные виды соединения нелинейных звеньев. Способы нейтрализации нелинейностей. Особенности анализа нелинейных систем.</p> |
| 2 | <p>Раздел 2. Методы исследования нелинейных систем управления</p> <p>Тема 2.1. Метод фазовых траекторий</p> <p>Общие понятия о фазовом пространстве. Получение уравнения фазовой траектории. Влияние нелинейных элементов на характеристику выходного сигнала. Особые точки уравнений фазовых траекторий. Предельные циклы фазовой траектории.</p> <p>Тема 2.2. Способы построения фазовых траекторий</p> <p>Метод решения уравнений по участкам. Метод изоклин. Метод Льенара. Дельта-метод.</p> <p>Тема 2.3. Метод гармонической линеаризации</p> <p>Особенности метода. Расчет коэффициентов гармонической линеаризации. Гармонический баланс. Определение амплитуды и частоты автоколебаний графоаналитическим методом, методом</p> |

| | |
|---|---|
| | Гольдфарба, методом Коченбургера. |
| 3 | <p>Раздел 3. Релейные системы автоматического управления</p> <p>Тема 3.1. Особенности релейных систем</p> <p>Классификация релейных систем. Задачи исследования релейных систем. Релейные регуляторы.</p> <p>Тема 3.2. Методы анализа релейных систем</p> <p>Анализ релейной системы методом фазовых траекторий. Анализ релейной системы методом Гольдфарба. Вибрационная линеаризация.</p> |
| 4 | <p>Раздел 4. Устойчивость нелинейных систем управления</p> <p>Тема 4.1. Автоколебания в нелинейных системах</p> <p>Зависимость параметров свободных колебаний от внутренних параметров нелинейной системы автоматического управления. Определение амплитуды и частоты автоколебаний в нелинейной.. Свойства вынужденных колебаний в НСАУ.</p> <p>Тема 4.2. Методы исследования устойчивости нелинейных систем.</p> <p>Исследование устойчивости нелинейных систем по линейному приближению. Анализ устойчивости по второму методу Ляпунова. Критерий абсолютной устойчивости В. М. Попова</p> |
| 5 | <p>Раздел 5. Качество регулирования нелинейных систем</p> <p>Тема 5.1. Показатели качества нелинейных систем</p> <p>Показатели качества нелинейных систем автоматического управления. Примеры определения косвенных показателей качества нелинейных систем.</p> <p>Тема 5.2. Использование показателей качества для коррекции и синтеза нелинейных систем.</p> <p>Способы коррекции нелинейных систем и задачи, решаемые при коррекции. Способы обеспечения требуемых показателей качества при синтезе нелинейных систем.</p> |
| 6 | <p>Раздел 6. Случайные процессы в нелинейных системах</p> <p>Тема 6.1. Особенности прохождения случайных процессов через нелинейные системы</p> <p>Основные характеристики случайных процессов, используемые в статистической теории управления. Анализ точности работы линейной системы при случайном воздействии. Особенности расчета случайного процесса в нелинейной системе.</p> <p>Тема 6.2. Статистическая линеаризация нелинейных систем</p> <p>Метод статистической линеаризации. Способы определения коэффициентов статистической линеаризации. Примеры расчета коэффициентов для типовых нелинейных элементов.</p> |

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено | | | | | |
| | | | | | |
| Всего | | | | | |

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|--|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 2 | | | | |
| 1 | Особенности применения пакета прикладных программ Matlab для моделирования НСАУ | 5 | 5 | 1 |
| 2 | Исследование особенностей соединения звеньев в нелинейных системах автоматического управления | 2 | 2 | 2 |
| 3 | Применение метода пространства состояний для исследования нелинейной системы автоматического управления | 4 | 4 | 3 |
| 4 | Применение критерия устойчивости Гольдфарба для исследования нелинейной системы автоматического управления | 2 | 2 | 4 |
| 5 | Исследование релейной системы автоматического управления | 2 | 2 | 5 |
| 6 | Исследование случайных процессов в нелинейных системах автоматического управления | 2 | 2 | 6 |
| Всего | | 17 | | |

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 2, час |
|---|------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 34 | 34 |
| Курсовое проектирование (КП, КР) | | |
| Расчетно-графические задания (РГЗ) | | |
| Выполнение реферата (Р) | | |

| | | |
|---|----|----|
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 20 | 20 |
| Домашнее задание (ДЗ) | | |
| Контрольные работы заочников (КРЗ) | | |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА) | 20 | 20 |
| Всего: | 74 | 74 |

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) |
|--------------------|---|--|
| 681.5 К 40 | Теория автоматического управления : учебник. т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы / Д. П. Ким. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Физматлит, 2007. - 440 с. | 9 |
| 681.5 С 13 | Теория автоматического управления : учебное пособие / М. М. Савин, В. С. Елсуков, О. Н. Пятина ; ред. В. И. Лачин. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 469 с. | 20 |

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»

| URLадрес | Наименование |
|---|---|
| http://lib.aanet.ru/ | Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 26 и №27 от 31.01.2021 Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 058 от 27.02.2023 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 257 от 29.05.2023 |

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 таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|---|-------------------------------------|
| 1 | Мультимедийная лекционная аудитория | 14-06 Г |
| 2 | Специализированная лаборатория «Конструирования и технологии приборов и ЭС» | 13-17 |

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств |
|------------------------------|--|
| Экзамен | Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; 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 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. |

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

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код индикатора |
|-------|--|----------------------|
| 1 | Общие сведения о нелинейных системах. Причины возникновения нелинейностей. | ПК-6.3.1 |
| 2 | Типовые нелинейности. | ПК-6.3.1 |
| 3 | Особенности математического описания нелинейных систем. | ПК-5.3.1 |
| 4 | Общие понятия о фазовом пространстве. Получение уравнения фазовой траектории. | ПК-5.3.1 |
| 5 | Влияние нелинейных элементов на характеристику выходного сигнала. | ПК-6.3.1 |
| 6 | Особые точки уравнений фазовых траекторий. Предельные циклы фазовой траектории | ПК-5.3.1 |
| 7 | Способы построения фазовых траекторий | ПК-5.3.1 |
| 8 | Метод гармонической линеаризации нелинейных систем. | ПК-5.3.1 ПК-6.В.1 |
| 9 | Методы определения амплитуды и частоты автоколебаний | ПК-6.В.1 ПК-5.3.1 |
| 10 | Методы анализа релейных систем. | ПК-5.3.1 ПК-6.В.1 |
| 11 | Вибрационная линеаризация реле. | ПК-5.3.1 |
| 12 | Анализ релейной системы методом Гольдфарба. | ПК-5.3.1 ПК-6.В.1 |
| 13 | Методы анализ устойчивости НСАУ. | ПК-5.3.1 |

| | | |
|----|---|----------------------|
| | | ПК-6.B.1 |
| 14 | Применение критериев Михайлова и Найквиста для определения параметров симметричных автоколебаний. | ПК-5.3.1 ПК-6.B.1 |
| 15 | Пример анализа устойчивости по второму (прямому) методу Ляпунова | ПК-5.3.1 |
| 16 | Критерии абсолютной устойчивости В. М. Попова. П | К-5.3.1 ПК-6.B.1 |
| 17 | Границы области устойчивости. Область рабочего автоколебательного режима. | ПК-5.3.1 |
| 18 | Методика анализа качества регулирования нелинейных систем. | ПК-5.3.1 |
| 19 | Анализ симметричных автоколебаний. | ПК-5.3.1 |
| 20 | Особенности расчета случайного процесса в нелинейной системе. | ПК-5.3.1 |
| 21 | Статистическая линеаризация нелинейных характеристик. | ПК-5.3.1 |

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 | 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 | Для исследования нелинейных систем применяются методы 1. фазовой плоскости; 2. функции Ляпунова; 3. гармонической линеаризации; 4. все перечисленные.+ | ПК-5.3.1 |
| 2 | Нелинейная система устойчива по методу Ляпунова, если производная функции Ляпунова была 1. знакоопределенной, но имела такой же знак, как и функция Ляпунова; 2. знакоопределенной, но имела знак противоположный функции Ляпунова;+ 3. знакопеременной, но имела знак противоположный функции Ляпунова; 4. знакопеременной, но имела такой же знак, как и функция Ляпунова. | ПК-5.3.1 |
| 3 | Метод фазовой плоскости используется для 1. систем второго порядка;+ 2. третьего порядка; 3. только первого порядка; | ПК-5.3.1 |

| | | |
|----|--|----------|
| | 4. любого порядка. | |
| 4 | Какие можно выделить группы нелинейных звеньев? 1. Особые нелинейные элементы (не поддаются классификации). 2. Нелинейные звенья с однозначными характеристиками (статические нелинейности). 3. Нелинейные звенья с многозначными характеристиками (динамические нелинейности). 4. Все вышеперечисленные.+ | ПК-5.3.1 |
| 5 | Изображающая точка – это 1. точка фазовой плоскости, соответствующая состоянию системы в некоторый момент времени t + 2. точка на переходной кривой 3. точка на графике ЛАЧХ 4. критическая точка | ПК-5.3.1 |
| 6 | Метод Попова пригоден для исследования систем 1. с одной однозначной нелинейностью;+ 2. с двумя нелинейностями; 3. с любым количеством нелинейностей; 4. не имеющих нелинейностей. | ПК-6.3.1 |
| 7 | При исследовании методом фазовой плоскости 1. уравнения состояний не изменяются; 2. из уравнений состояния исключается время;+ 3. уравнения дифференцируются; 4. уравнения интегрируются. | ПК-6.3.1 |
| 8 | Нелинейной системой автоматического регулирования называется такая система, 1. содержит хотя бы один блок произведения; 2. которая не содержит звена, описываемого нелинейным уравнением; 3. вариант 1 и 2; 4. которая содержит хотя бы одно звено, описываемое нелинейным уравнением.+ | ПК-6.3.1 |
| 9 | Метод Попова является 1. интегральным; 2. алгебраическим; 3. частотным;+ 4. корневым. | ПК-6.3.1 |
| 10 | Особая точка – это 1. точка в начале координат 2. точка фазовой плоскости, в которой фазовая скорость равна нулю+ 3. критическая точка 4. точка с особыми координатами | ПК-6.3.1 |
| 11 | Метод гармонической линеаризации используется 1. всегда; 2. когда линейная часть является низкочастотным фильтром;+ 3. когда линейная часть является высокочастотным фильтром; 4. когда линейная часть является среднечастотным фильтром. | ПК-6.В.1 |
| 12 | Для анализа устойчивости и качества каких систем и в каком методе используется понятие фазовой траектории 1. для анализа нелинейных систем в методе гармонического баланса; | ПК-6.В.1 |

| | | |
|----|---|----------|
| | 2. для анализа нелинейных систем методом фазовой плоскости;+ 3. для анализа устойчивости линейных систем методом Найквиста; 4. для анализа устойчивости линейных систем методом Михайлова | |
| 13 | Кем предложен метод фазовой плоскости 1. Анри Пуанкаре+ 2. А.С. Ляпуновым 3. Р. Найквистом 4. Д. Гаусом | ПК-6.В.1 |
| 14 | Фазовым портретом называется 1. совокупность траекторий 2. совокупность элементов 3. совокупность данных 4. совокупность фазовых траекторий + | ПК-6.В.1 |
| 15 | Сепаратриссы – это 1. линии равного затухания 2. линии, разделяющие угол пополам 3. линии, разделяющие области фазового портрета с различным характером фазовых траекторий + 4. возмущающие воздействия в нелинейных системах | ПК-6.В.1 |

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
| | Не предусмотрено |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.

- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Обзор проблематики. Постановка задач.
- Анализ методологических приемов решения поставленных задач.
- Рассмотрение решений поставленных задач на конкретных примерах.
- Выводы и рекомендации по использованию рассмотренных методов.
- Ответы на вопросы аудитории.

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

Задание и требования к проведению лабораторных работ приводятся для каждой работы в методических указаниях.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

1. Титульный лист
2. Цель и задачи работы.
3. Теоретические сведения о методах решения поставленных задач.
4. Схема лабораторной установки
5. Результаты измерений и расчетов.
6. Графические зависимости.
7. Выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет предоставляется студентом индивидуально, в печатной форме. Должен соответствовать принятой структуре и форме. Таблицы и графики должны иметь

названия. Выводы по работе должны быть сформулированы в форме ответов на поставленные в работе задачи, обязательно со ссылками на полученные расчетные значения и графические зависимости.

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 может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

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.

Система оценок при проведении текущего контроля успеваемости 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».

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

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых

работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |