

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

Кафедра № 31

УТВЕРЖДАЮ

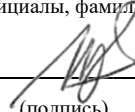
Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.Л. Ронжин

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» июня 2020 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория автоматического управления»

(Наименование дисциплины)

| | |
|---|------------------------------------|
| Код направления подготовки/ специальности | 13.03.02 |
| Наименование направления подготовки/ специальности | Электроэнергетика и электротехника |
| Наименование направленности | Электромеханика |
| Форма обучения | очно-заочная |

Санкт-Петербург – 2020

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

ст.преп.

(должность, уч. степень, звание)

22.06.2020

(подпись, дата)

Н.В. Решетникова

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«22» июня 2020 г, протокол № 7

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н.,проф.

(уч. степень, звание)

22.06.2020

(подпись, дата)

В.Ф. Шишляков

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 13.03.02(01)

доц.,к.т.н.,доц.

(должность, уч. степень, звание)

22.06.2020

(подпись, дата)

С.В. Соленый

(инициалы, фамилия)

Заместитель Директора института №3 по методической работе

и.о. зав.каф., к.э.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

22.06.2020

(подпись, дата)

Г.С. Армашова-Тельник

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Теория автоматического управления» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/ специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Электромеханика». Дисциплина реализуется кафедрой «№31».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-2 «Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения»

ОПК-3 «Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач»

ОПК-4 «Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением теоретических основ и прикладных алгоритмов разработки и исследования систем автоматического управления, в том числе:

- основные положения теории управления, современные тенденции в развитии и применении систем автоматического управления.
- применение теоретических знаний к решению конкретных инженерных задач проектирования систем автоматического управления различными объектами;
- использование современных пакетов математического моделирования для решения задач анализа и синтеза систем автоматического управления.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 11 зачетных единиц, 396 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Теория автоматического управления представляет собой научную дисциплину, имеющую важное фундаментальное и прикладное значение. Она занимает одно из центральных мест среди технических наук общего применения. Теория управления является базой для проектирования и исследования автоматических и автоматизированных систем во всех отраслях производства.

Целью преподавания дисциплины является изучение студентами основ теории автоматического управления, а также получение практических навыков, необходимых при создании, исследовании и эксплуатации систем и средств автоматизации и управления.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|----------------------------------|---|--|
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-2 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения | ОПК-2.Д.1 демонстрирует понимание алгоритмов и программ, современных информационных технологий, используемых в профессиональной деятельности ОПК-2.Д.2 разрабатывает алгоритмы и компьютерные программы, применяемые при проектировании, конструировании и эксплуатации электроэнергетических и электромеханических систем и комплексов ОПК-2.Д.3 применяет алгоритмы и программы, современные информационные технологии, используемые в профессиональной деятельности |
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | ОПК-3.Д.5 демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма |
| Общепрофессиональные | ОПК-4 Способен | ОПК-4.Д.4 демонстрирует понимание |

| | | |
|-------------|---|---|
| компетенции | использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин | принципа действия электронных устройств |
|-------------|---|---|

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Информатика»,
- «Математика. Математический анализ»,
- «Теоретическая механика».

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

- «Основы теории переходных процессов и устойчивости».

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 | | |
|---|---------------------------------|---------------------------|---------------|--------|
| | | №5 | №6 | №7 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час) | 13/ 468 | 4/ 144 | 4/ 144 | 5/ 180 |
| Из них часов практической подготовки | | | | |
| Аудиторные занятия, всего час. | 170 | 51 | 68 | 51 |
| в том числе: | | | | |
| лекции (Л), (час) | 68 | 17 | 34 | 17 |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час) | 34 | 17 | 17 | |
| лабораторные работы (ЛР), (час) | 51 | 17 | 17 | 17 |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час) | 17 | | | 17 |
| экзамен, (час) | 90 | 36 | | 54 |
| Самостоятельная работа, всего (час) | 208 | 57 | 76 | 75 |
| Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Экз., Дифф. Зач., Экз. | Экз. | Дифф. Зач. | 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 5 | | | | | |
|--|----|----|----|----|-----|
| Раздел 1. Основные понятия теории автоматического управления. | 2 | - | - | - | 12 |
| Раздел 2. Преобразование Лапласа и аппарат передаточных функций | 5 | 10 | 7 | - | 15 |
| Раздел 3. Корневые оценки устойчивости и качества систем управления | 4 | 4 | 3 | - | 15 |
| Раздел 4. Частотные методы анализа и синтеза систем управления | 6 | 3 | 7 | - | 15 |
| Итого в семестре: | 17 | 17 | 17 | | 57 |
| Семестр 6 | | | | | |
| Раздел 5. Модели в пространстве состояний | 11 | 13 | - | - | 26 |
| Раздел 6. Модальное управление и наблюдающие устройства | 11 | 4 | 9 | - | 24 |
| Раздел 7. Оптимальное и адаптивное управление в пространстве состояний | 12 | - | 8 | - | 26 |
| Итого в семестре: | 34 | 17 | 17 | | 76 |
| Семестр 7 | | | | | |
| Раздел 8. Нелинейные системы. | 3 | - | 11 | | 15 |
| Раздел 9. Устойчивость нелинейных систем. | 4 | - | 3 | | 20 |
| Раздел 10. Коррекция нелинейных систем. | 5 | - | 3 | | 20 |
| Раздел 11. Стохастические системы управления | 5 | - | - | | 20 |
| Итого в семестре: | 17 | | 17 | 17 | 75 |
| Итого | 68 | 34 | 51 | 17 | 208 |

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 | Основные понятия теории автоматического управления (ТАУ). История развития ТАУ. классификация объектов и систем управления (СУ); этапы синтеза системы управления; примеры СУ техническими, экономическими и организационными объектами; задачи теории управления. Разомкнутые и замкнутые системы; компенсация возмущений; системы с компенсацией параметрических возмущений; идентификация, адаптивное управление. Классификации СУ: по типу сигналов; по типу алгоритма. |
| 2 | Преобразование Лапласа и аппарат передаточных функций. Линейные СУ и их свойства. Принципы и примеры линеаризации. Линеаризация системы со многими входами. Операторная форма записи уравнений СУ. Преобразование Лапласа. Передаточная функция. Нули и полюса. Типовые динамические звенья. Единичная ступенчатая функция и дельта-функция. Переходная функция и функция веса. Правила преобразования структурных схем систем автоматического управления. Использование графовой модели: формула Мейсона. Преимущества и недостатки введения обратной связи. Частные передаточные функции. Чувствительность систем управления. Точность в установившихся режимах. Инвариантные системы. |
| 3 | Корневые оценки устойчивости и качества систем управления. Показатели качества переходного процесса во временной области. Корневые оценки качества переходного процесса. Влияние нулей. Интегральные оценки качества переходного процесса. Установившаяся ошибка системы управления с |

| | |
|---|--|
| | <p>обратной связью. Статические и астатические системы. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Алгебраический критерий устойчивости. Структурно неустойчивые системы. Корневые показатели качества переходного процесса. Корневой годограф. Прямой синтез параметров регулятора.</p> |
| 4 | <p>Частотные методы анализа и синтеза систем управления. Частотная характеристика динамического звена. Полоса пропускания и частота среза. Логарифмические частотные характеристики: ЛАЧХ и ЛФЧХ. Алгоритм построения ЛАЧХ разомкнутой системы. Критерий устойчивости Михайлова. Формулировка частотного критерия устойчивости Найквиста. Критерий Найквиста для систем с запаздыванием. Оценка запасов устойчивости по ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой системы. Частотные критерии качества. Запасы устойчивости. Точность при гармоническом воздействии. Оценка качества следящей системы по виду ЛАЧХ разомкнутой системы. Коррекция с помощью дифференцирующего устройства и интегро-дифференцирующей цепи. Частотный синтез последовательного корректирующего устройства общего вида. Типовые аналоговые корректирующие звенья.</p> |
| 5 | <p>Модели в пространстве состояний. Метод пространства состояний. Общие понятия. Модели систем в переменных состояния в виде сигнального графа. Временные характеристики и переходная матрица состояния. Линеаризация в пространстве состояний. Структурные преобразования в пространстве состояний. Переходная матрица состояния. Решение уравнений состояния. Матричные передаточные функции. Каноническая форма управляемости; наблюдаемости; идентифицируемости. Диагональная каноническая форма. Уравнения состояния и сигнальный граф. Преобразование подобия</p> |
| 6 | <p>Модальное управление и наблюдающие устройства. Критерий управляемости. Устойчивость линейной системы в пространстве состояний. Собственные значения и собственные векторы. Модальное управление. Синтез модального регулятора в канонической форме управляемости. Выбор полюсов желаемой замкнутой системы. Формула Аккермана. Устранение статической ошибки расширением вектора состояния. Критерий наблюдаемости. Наблюдатель полного порядка. Редуцированные наблюдающие устройства.</p> |
| 7 | <p>Оптимальное и адаптивное управление в пространстве состояний. Оптимальное управление в пространстве состояний. Критерии оптимальности. Линейные квадратичные регуляторы. Прямое и не прямое адаптивное управление. Принципы адаптивного управления с эталонной моделью. Адаптивный регулятор с эталонной моделью в пространстве состояний. Критерий идентифицируемости. Методы идентификации. Адаптивная система с идентификатором в пространстве состояний.</p> |
| 8 | <p>Нелинейные системы. Необходимость в нелинейных моделях. Безынерционные нелинейные элементы. Динамические нелинейные элементы. Расчетные формы нелинейных моделей. Метод фазовой плоскости. Анализ поведения СУ на фазовой плоскости. Особенности фазовых портретов нелинейных систем. Связь фазовых траекторий со временем. Системы с переменной структурой.</p> |
| 9 | <p>Устойчивость нелинейных систем. Анализ поведения СУ на фазовой плоскости; устойчивость положений равновесия: первый и второй методы Ляпунова, частотный метод исследования абсолютной устойчивости. Необходимое и достаточное условия абсолютной устойчивости. Круговой критерий. Исследование периодических режимов методом гармонического баланса. Основные положения метода гармонического</p> |

| | |
|----|--|
| | баланса. Гармоническая линеаризация нелинейного элемента. Определение параметров периодических режимов. |
| 10 | Коррекция нелинейных систем. Линейная коррекция нелинейных систем. Постановка задачи синтеза нелинейной системы. Нормированный коэффициент гармонической линеаризации. Методика синтеза корректирующего устройства. Нелинейные корректирующие устройства. Отличительные особенности нелинейной коррекции. Система с нелинейной обратной связью. Псевдолинейная коррекция. Коррекция апериодического звена. Коррекция инерционности дифференцирующего контура. Нелинейный фильтр с фазовым опережением. Нелинейный фильтр с амплитудным ослаблением. Отличительные особенности систем с переменной структурой. Условия возникновения и уравнения скользящего режима. |
| 11 | Случайные процессы в нелинейных системах. Линейные стохастические модели СУ: модели и характеристики случайных сигналов; прохождение случайных сигналов через линейные звенья; анализ и синтез линейных стохастических систем при стационарных случайных воздействиях. Постановка задач фильтрации. Вычисление дисперсии ошибки в СУ. Использование модели белого шума. Расчет дисперсии ошибки в СУ с типовыми логарифмическими частотными характеристиками. Решение интегрального уравнения Винера-Хопфа. Фильтр Калмана. Особенности расчета случайного процесса в нелинейной системе. Определение коэффициентов статистической линеаризации. Анализ нелинейных замкнутых систем методом статистической линеаризации |

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 5 | | | | | |
| 1 | Линеаризация статических и динамических систем | Решение задач | 2 | - | 2 |
| 2 | Преобразование структурных схем СУ и формула Мейсона | Решение задач | 4 | - | 2 |
| 3 | Преобразование Лапласа | Решение задач | 4 | - | 2 |
| 4 | Алгебраический критерий устойчивости | Решение задач | 4 | - | 3 |
| 5 | Частотные критерии устойчивости | Решение задач | 3 | - | 4 |
| Семестр 6 | | | | | |
| 6 | Линеаризация в пространстве состояний | Решение задач | 5 | - | 5 |

| | | | | | |
|-------|--|---------------|----|---|---|
| 7 | Переход от передаточной функции к уравнениям состояния и обратное преобразование | Решение задач | 4 | - | 5 |
| 8 | Решение уравнений состояния | Решение задач | 4 | - | 5 |
| 9 | Преобразования подобия и канонические формы | Решение задач | 4 | - | 6 |
| Всего | | | 34 | - | |

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 5 | | | | |
| 1 | Типовые динамические звенья | 3 | - | 2 |
| 2 | Структурные преобразования | 4 | - | 2 |
| 3 | Синтез ПИД-регуляторов | 3 | - | 3 |
| 4 | Частотный синтез корректирующего звена | 4 | - | 4 |
| 5 | Синтез регулятора двигателя постоянного тока | 3 | - | 4 |
| Семестр 6 | | | | |
| 6 | Синтез модального регулятора | 3 | - | 6 |
| 7 | Синтез модального регулятора с наблюдающим устройством | 3 | - | 6 |
| 8 | Синтез модального регулятора с расширенным вектором состояния | 3 | - | 6 |
| 9 | Синтез линейного квадратичного регулятора | 4 | - | 7 |
| 10 | Адаптивная система управления с эталонной моделью | 4 | - | 7 |
| Семестр 7 | | | | |
| 11 | Исследование статических нелинейностей | 3 | - | 8 |

| | | | | |
|-------|--|----|---|----|
| | и методов их компенсации | | | |
| 12 | Исследование динамических нелинейностей | 4 | - | 8 |
| 13 | Метод фазовой плоскости | 4 | - | 8 |
| 14 | Исследование автоколебаний | 3 | - | 9 |
| 15 | Исследование скользящего режима управления | 3 | - | 10 |
| Всего | | 51 | | |

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 5, час | Семестр 6, час | Семестр 7, час |
|---|------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 150 | 40 | 55 | 55 |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 27 | 7 | 10 | 10 |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА) | 31 | 10 | 11 | 10 |
| Всего: | 208 | 57 | 76 | 75 |

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) |
|--------------------|---|---|
| | Теория автоматического управления : учебное пособие. Ч. 1 / М. В. Бураков ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2013. - 254 с. | |

| | | |
|---|--|----|
| | Теория автоматического управления : учебное пособие. Ч. 2 / М. В. Бураков ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2015. - 143 с. | |
| | Теория автоматического управления. Нелинейные системы : учебное пособие. Ч.3 / М. В. Бураков ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2018. - 178 с. | |
| 681.5 Е 78 | Ерофеев, А. А. Теория автоматического управления [Текст] : учебник для вузов / А. А. Ерофеев. - 2-е изд., доп. и перераб. - СПб. : Политехника, 2005. - 302 с. | 99 |
| 681.5 Б 53 | Бесекерский, Виктор Антонович (проф., лауреат Гос. премии). Теория систем автоматического управления [Текст] / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Профессия, 2007. - 752 с. | 10 |
| https://new.znaniyum.com/catalog/product/548433 | Панкратов, В. В. Избранные разделы современной теории автоматического управления/ПанкратовВ.В., НосО.В., ЗимаЕ.А. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 223 с.: ISBN 978-5-7782-1810-9. - 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 |
|-----------|------------------|
| | Не предусмотрено |

8. Перечень информационных технологий

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

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование |
|-------|--------------|
| 1 | Matlab |

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 | Лекционная аудитория | |
| 2 | Компьютерный класс | |

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. |
| Дифференцированный зачёт | Список вопросов; 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. |
| «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 |
|-----------|---|----------------|
| Семестр 5 | | |
| 1. | Классификация систем управления и история развития ТАУ | ОПК-3.Д.5 |
| 2. | Этапы синтеза системы управления | ОПК-2.Д.1 |
| 3. | Способы математического описания объектов управления | ОПК-3.Д.5 |
| 4. | Линейные системы управления и их свойства. Принципы линеаризации. | ОПК-3.Д.5 |
| 5. | Линеаризация: системы со многими входами | ОПК-2.Д.1 |
| 6. | ПИД-регуляторы | ОПК-4.Д.4 |
| 7. | Операторная форма записи уравнений системы управления | ОПК-2.Д.1 |
| 8. | Преобразование Лапласа | ОПК-3.Д.5 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 9. | Передаточная функция. Нули и полюса | ОПК-3.Д.5 |
| 10. | Типовые динамические звенья | ОПК-3.Д.5 |
| 11. | Единичная ступенчатая функция и дельта-функция. Переходная функция и функция веса | ОПК-2.Д.1 |
| 12. | Передаточная функция системы с обратной связью | ОПК-2.Д.1 |
| 13. | Частные передаточные функции | ОПК-2.Д.1 |
| 14. | Правила преобразования структурных схем систем автоматического управления | ОПК-2.Д.1 |
| 15. | Сигнальные графы и метод Мейсона | ОПК-3.Д.5 |
| 16. | Чувствительность систем управления | ОПК-4.Д.4 |
| 17. | Инвариантные системы | ОПК-3.Д.5 |
| 18. | Показатели качества переходного процесса во временной области | ОПК-2.Д.1 |
| 19. | Корневые оценки качества переходного процесса. Влияние нулей | ОПК-2.Д.1 |
| 20. | Интегральные оценки качества переходного процесса | ОПК-2.Д.1 |
| 21. | Теорема о конечном значении и установившаяся ошибка систем управления с обратной связью | ОПК-3.Д.5 |
| 22. | Устойчивые и неустойчивые системы. Оценка устойчивости по полюсам передаточной функции | ОПК-3.Д.5 |
| 23. | Необходимое условие устойчивости систем управления | ОПК-2.Д.3 |
| 24. | Прямой синтез параметров регулятора | ОПК-4.Д.4 |
| 25. | Метод D -разбиения | ОПК-2.Д.1 |
| 26. | Критерий устойчивости Рауса-Гурвица | ОПК-2.Д.1 |
| 27. | Корневой годограф | ОПК-2.Д.1 |
| 28. | Анализ систем управления в частотной области. Получение частотных характеристик по передаточным функциям | ОПК-2.Д.1 |
| 29. | Частотная характеристика динамического звена. Полоса пропускания и частота среза | ОПК-4.Д.4 |
| 30. | Логарифмические частотные характеристики | ОПК-4.Д.4 |
| 31. | Частотные критерии качества | ОПК-2.Д.1 |
| 32. | Примеры ЛЧХ типовых звеньев | ОПК-2.Д.3 |
| 33. | Алгоритм построения ЛАЧХ разомкнутой системы. Пример | ОПК-2.Д.2 |
| 34. | Критерий устойчивости Михайлова | ОПК-2.Д.3 |
| 35. | Формулировка частотного критерия устойчивости Найквиста | ОПК-4.Д.4 |
| 36. | Физический смысл критерия устойчивости Найквиста | ОПК-4.Д.4 |
| 37. | Оценка запасов устойчивости по ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой системы | ОПК-2.Д.1 |
| 38. | Частотный синтез последовательного корректирующего устройства | ОПК-4.Д.4 |
| 39. | Коррекция с помощью дифференцирующих устройств | ОПК-4.Д.4 |
| 40. | Коррекция с помощью интегрирующих устройств | ОПК-4.Д.4 |
| 41. | Коррекция с помощью интегро-дифференцирующих устройств | ОПК-4.Д.4 |
| 42. | Корректирующие звенья на операционных усилителях | ОПК-4.Д.4 |
| 43. | Безынерционные и динамические нелинейные элементы | ОПК-2.Д.1 |
| Семестр 7 | | |
| 1. | Метод пространства состояний. Общие понятия. Примеры | ОПК-3.Д.5 |
| 2. | Матричная запись уравнений состояния | ОПК-2.Д.1 |
| 3. | Линеаризация в пространстве состояний | ОПК-2.Д.1 |
| 4. | Переход от передаточной функции к уравнениям состояния | ОПК-2.Д.3 |
| 5. | Структурные преобразования в пространстве состояний | ОПК-2.Д.3 |
| 6. | Фундаментальная (переходная) матрица системы в пространстве состояний | ОПК-3.Д.5 |
| 7. | Уравнения состояния и сигнальный граф | ОПК-3.Д.5 |

| | | |
|-----|---|-----------|
| 8. | Связь между передаточной функцией и уравнениями состояния | ОПК-2.Д.1 |
| 9. | Переход от уравнений состояния к передаточной функции для RLC-цепи | ОПК-3.Д.5 |
| 10. | Выбор переменных состояния. Запись уравнений состояния по дифференциальному уравнению системы | ОПК-3.Д.5 |
| 11. | Понятие управляемости системы | ОПК-2.Д.1 |
| 12. | Понятие наблюдаемости системы | ОПК-2.Д.1 |
| 13. | Понятие идентифицируемости системы | ОПК-2.Д.1 |
| 14. | Критерии управляемости и наблюдаемости | ОПК-2.Д.1 |
| 15. | Критерий идентифицируемости | ОПК-2.Д.1 |
| 16. | Каноническая форма управляемости | ОПК-3.Д.5 |
| 17. | Каноническая форма наблюдаемости | ОПК-3.Д.5 |
| 18. | Диагональная каноническая форма | ОПК-3.Д.5 |
| 19. | Преобразования подобия | ОПК-3.Д.5 |
| 20. | Модальные характеристики системы (собственные значения и собственные векторы) | ОПК-3.Д.5 |
| 21. | Модальное управление. Основная теорема | ОПК-3.Д.5 |
| 22. | Синтез модального регулятора с использованием канонической формы управляемости | ОПК-2.Д.2 |
| 23. | Формула Аккермана | ОПК-3.Д.5 |
| 24. | Использование внутренней модели эталонного сигнала | ОПК-4.Д.4 |
| 25. | Пример синтеза модального регулятора | ОПК-2.Д.3 |
| 26. | Выбор полюсов желаемой замкнутой системы | ОПК-2.Д.3 |
| 27. | Наблюдающие устройства. Основные понятия | ОПК-2.Д.1 |
| 28. | Принцип работы наблюдающего устройства | ОПК-2.Д.1 |
| 29. | Редуцированные наблюдающие устройства | ОПК-2.Д.1 |
| 30. | Оптимальное управление в пространстве состояний | ОПК-2.Д.1 |
| 31. | Линейные квадратичные регуляторы | ОПК-2.Д.1 |
| 32. | Прямое и не прямое адаптивное управление | ОПК-2.Д.1 |
| 33. | Адаптивный регулятор с эталонной моделью в пространстве состояний | ОПК-4.Д.4 |
| 34. | Критерий идентифицируемости. Методы идентификации | ОПК-2.Д.1 |
| 35. | Адаптивная система с идентификатором в пространстве состояний | ОПК-2.Д.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 |
|-----------|---|----------------|
| Семестр 6 | | |
| 1. | Анализ поведения СУ на фазовой плоскости | ОПК-3.Д.5 |
| 2. | Особенности фазовых портретов нелинейных систем | ОПК-2.Д.1 |
| 3. | Системы с переменной структурой | ОПК-3.Д.5 |
| 4. | Первый и второй методы Ляпунова | ОПК-3.Д.5 |
| 5. | Частотный метод исследования абсолютной устойчивости | ОПК-3.Д.5 |
| 6. | Необходимое и достаточное условия абсолютной устойчивости | ОПК-2.Д.1 |
| 7. | Основные положения метода гармонического баланса | ОПК-2.Д.3 |
| 8. | Гармоническая линеаризация нелинейного элемента | ОПК-2.Д.3 |
| 9. | Постановка задачи синтеза нелинейной системы | ОПК-2.Д.1 |
| 10. | Нелинейные корректирующие устройства | ОПК-4.Д.4 |
| 11. | Система с нелинейной обратной связью | ОПК-4.Д.4 |
| 12. | Нелинейный фильтр с фазовым опережением | ОПК-2.Д.1 |

| | | |
|-----|--|-----------|
| 13. | Нелинейный фильтр с амплитудным ослаблением | ОПК-2.Д.1 |
| 14. | Отличительные особенности систем с переменной структурой | ОПК-2.Д.1 |
| 15. | Условия возникновения и уравнения скользящего режима | ОПК-2.Д.1 |
| 16. | Линейные стохастические модели СУ | ОПК-2.Д.1 |
| 17. | Анализ и синтез линейных стохастических систем при стационарных случайных воздействиях | ОПК-2.Д.1 |
| 18. | Фильтр Калмана | ОПК-2.Д.1 |
| 19. | Особенности расчета случайного процесса в нелинейной системе | ОПК-4.Д.4 |
| 20. | Определение коэффициентов статистической линеаризации | ОПК-4.Д.4 |
| 21. | Анализ нелинейных замкнутых систем методом статистической линеаризации | ОПК-2.Д.1 |

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 |

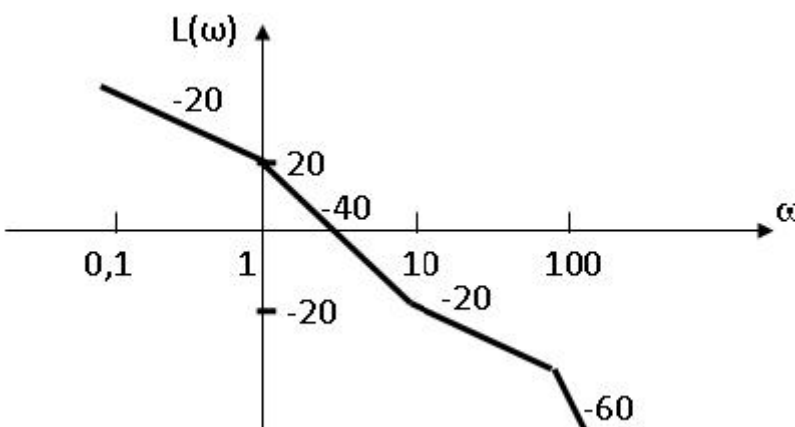
Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов | Код индикатора |
|-----------|--|----------------|
| Семестр 5 | | |
| 1. | Алгебраический критерий устойчивости Рауса-Гурвица позволяет: 1) Судить об абсолютной устойчивости по коэффициентам характеристического уравнения 2) Судить об устойчивости по полюсам системы 3) Судить об устойчивости по корням характеристического уравнения 4) Судить о запасах устойчивости по коэффициентам характеристического уравнения | ОПК-3.Д.5 |
| 2. | Амплитудной частотной характеристикой является: 1) модуль частотной передаточной функции 2) аргумент частотной передаточной функции 3) вещественная часть частотной передаточной функции 4) мнимая часть частотной передаточной функции | ОПК-3.Д.5 |
| 3. | В каком бытовом приборе используется принцип управления с обратной связью? 1) Холодильник 2) Вентилятор 3) Микроволновая печь 4) Кофеварка | ОПК-4.Д.4 |
| 4. | В каком случае замкнутая система будет устойчива при единственном достижении ЛФЧХ значения $-\pi$? 1) при достижении ЛФЧХ значения $-\pi$ ЛАЧХ будет отрицательной 2) при достижении ЛФЧХ значения $+\pi$ ЛАЧХ будет отрицательной 3) при достижении ЛФЧХ значения $-\pi$ ЛАЧХ будет | ОПК-2.Д.1 |

| | | |
|-----|--|-----------|
| | положительной 4) при достижении ЛФЧХ значения $+\pi$ ЛАЧХ будет положительной | |
| 5. | В каком случае система имеет склонность к колебаниям? 1) Характеристическое уравнение содержит комплексные корни 2) Характеристическое уравнение содержит только вещественные корни 3) Система неустойчива 4) Характеристическое уравнение содержит только комплексные корни | ОПК-2.Д.1 |
| 6. | В устойчивой системе самое большое отношение мнимой части характеристического корня к его действительной части характеризует: 1) колебательность 2) статическую точность 3) запас устойчивости по фазе 4) быстродействие | ОПК-2.Д.1 |
| 7. | Выходной сигнал будет монотонно возрастать, если ступенчатый входной сигнал подать на звено с передаточной функцией: 1) $W = \frac{k}{s}$ 2) $W = \frac{k}{s^2 + 0,02s + 1}$ 3) $W = \frac{k}{s^2 + 1}$ 4) $W = ks$ | ОПК-3.Д.5 |
| 8. | Дано дифференциальное уравнение $\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{3dy}{dt} + y = \frac{10dx}{dt}$, какая передаточная функция ему соответствует? 1) $W = \frac{10s}{s^2 + 3s + 1}$ 2) $W = \frac{10s^2}{s^2 + 3s + 1}$ 3) $W = \frac{10}{s^2 + 3s + 1}$ 4) $W = \frac{10}{3s^2 + s + 1}$ | ОПК-3.Д.5 |
| 9. | Дано дифференциальное уравнение $\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{3dy}{dt} + y = 10x$, какая передаточная функция ему соответствует? 1) $W = \frac{10s}{s^2 + 3s + 1}$ 2) $W = \frac{10s^2}{s^2 + 3s + 1}$ 3) $W = \frac{10}{s^2 + 3s + 1}$ 4) $W = \frac{10}{3s^2 + s + 1}$ | ОПК-3.Д.5 |
| 10. | Для какого устройства были созданы первые автоматические | ОПК-3.Д.5 |

| | | |
|-----|---|-----------|
| | <p>регуляторы?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Паровая машина 2) Аэроплан 3) Дирижабль 4) Паровоз | |
| 11. | <p>Для параллельного соединения N динамических звеньев справедлива формула:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $W(s) = \sum_{i=1}^N W_i(s)$ 2) $W(s) = \prod_{i=1}^N W_i(s)$ 3) $W(s) = \frac{1}{N} \prod_{i=1}^N W_i(s)$ 4) $W(s) = N \sum_{i=1}^N W_i(s)$ | ОПК-3.Д.5 |
| 12. | <p>Для последовательного соединения N динамических звеньев справедлива формула:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $W(s) = \sum_{i=1}^N W_i(s)$ 2) $W(s) = \prod_{i=1}^N W_i(s)$ 3) $W(s) = \frac{1}{N} \prod_{i=1}^N W_i(s)$ 4) $W(s) = N \sum_{i=1}^N W_i(s)$ | ОПК-3.Д.5 |
| 13. | <p>Единицы измерения функции $L(\omega)$ по оси ординат ЛАЧХ?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) децибелы 2) ангстремы 3) октавы 4) градусы 5) декады | ОПК-2.Д.1 |
| 14. | <p>Единичная импульсная функция описывается формулой:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $x(t) = \begin{cases} 0, & t \neq 0 \\ \infty, & t = 0 \end{cases}$ 2) $x(t) = \begin{cases} \infty, & t \neq 0 \\ 1, & t = 0 \end{cases}$ 3) $x(t) = \begin{cases} 0, & t \leq 0 \\ 1, & t > 0 \end{cases}$ 4) $x(t) = \begin{cases} 1, & t \leq 0 \\ 0, & t > 0 \end{cases}$ | ОПК-3.Д.5 |
| 15. | <p>Единичная ступенчатая функция описывается формулой:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $x(t) = \begin{cases} 0, & t \leq 0 \\ 1, & t > 0 \end{cases}$ 2) $x(t) = \begin{cases} \infty, & t \leq 0 \\ 0, & t > 0 \end{cases}$ 3) $x(t) = \begin{cases} 0, & t \leq 0 \\ \infty, & t > 0 \end{cases}$ 4) $x(t) = \begin{cases} 1, & t \leq 0 \\ 0, & t > 0 \end{cases}$ | ОПК-3.Д.5 |

| | | |
|-----|--|-----------|
| 16. | <p>Если η – степень устойчивости системы, то время переходного процесса можно оценить по формуле:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) $t \approx \frac{3}{\eta}$ 2) $t \approx \frac{1}{\eta}$ 3) $t \approx 2\eta$ 4) $t \approx 5\eta$ | ОПК-3.Д.5 |
| 17. | <p>Если динамика системы описывается дифференциальными уравнениями, коэффициенты которых меняются со временем, то такую систему называют:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) нестационарной 2) цифровой 3) нелинейной 4) дискретной | ОПК-2.Д.1 |
| 18. | <p>Если ЛАЧХ и ЛФЧХ звена представляют собой горизонтальные прямые, то это звено:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) пропорциональное 2) интегрирующее 3) дифференцирующее 4) апериодическое первого порядка | ОПК-2.Д.1 |
| 19. | <p>Если на вход линейной динамической системы подать гармоническое воздействие, то выходной сигнал будет представлять собой:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) гармоническую функцию той же частоты, но с измененной амплитудой и фазой 2) гармоническую функцию, но с измененной частотой, амплитудой и фазой 3) гармоническую функцию с той же амплитудой, но с измененной частотой и фазой 4) гармоническую функцию с той же фазой, но с измененной амплитудой и частотой | ОПК-2.Д.1 |
| 20. | <p>Если у инерционного звена уменьшить постоянную времени T до нуля, звено преобразуется в:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) пропорциональное 2) интегрирующее 3) дифференцирующее 4) апериодическое первого порядка 5) консервативное | ОПК-2.Д.1 |
| 21. | <p>Имеется график асимптотической ЛАХ.</p>  <p>The graph shows the asymptotic magnitude plot $L(\omega)$ versus frequency ω. The x-axis is logarithmic with markers at 0,1, 1, 10, and 100. The y-axis has markers at -20, 20, and -40. The plot consists of four linear segments with the following slopes and corner frequencies:</p> <ul style="list-style-type: none"> For $\omega < 1$, the slope is -20 dB/decade. At $\omega = 1$, the slope changes to -40 dB/decade. At $\omega = 10$, the slope changes to -20 dB/decade. At $\omega = 100$, the slope changes to -60 dB/decade. | ОПК-3.Д.5 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| | <p>Какая передаточная функция ему соответствует?</p> <p>1) $W(s) = \frac{0,1s+1}{s(s+1)(0,01s+1)^2}$</p> <p>2) $W(s) = 10 \cdot \frac{0,1s+1}{s^2(s+1)(0,01s+1)^2}$</p> <p>3) $W(s) = 10 \cdot \frac{0,01s+1}{s^2(s+1)(0,01s+1)}$</p> <p>4) $W(s) = 100 \cdot \frac{0,1s+1}{s(s+1)(0,01s+1)}$</p> | |
| 22. | <p>К каким последствиям приводит введение отрицательной обратной связи?</p> <p>1) Уменьшаются коэффициент усиления и чувствительность системы</p> <p>2) Увеличиваются коэффициент усиления и чувствительность системы</p> <p>3) Коэффициент усиления увеличивается, а чувствительность уменьшается</p> <p>4) Коэффициент усиления уменьшается, а чувствительность увеличивается</p> | ОПК-2.Д.1 |
| 23. | <p>Как называется переходный процесс без перерегулирования?</p> <p>1) апериодический</p> <p>2) колебательный</p> <p>3) неустойчивый</p> <p>4) астатический</p> | ОПК-2.Д.1 |
| 24. | <p>Какие эффекты вызывает увеличение дифференциального коэффициента в ПИД- регуляторе?</p> <p>1) Уменьшение перерегулирования</p> <p>2) Рост времени нарастания и статической ошибки, уменьшение перерегулирования</p> <p>3) Уменьшение времени нарастания и статической ошибки, рост перерегулирования</p> <p>4) Уменьшение времени нарастания, рост статической ошибки и перерегулирования</p> | ОПК-4.Д.4 |
| Семестр 6 | | |
| 1. | <p>Метод пространства состояния подразумевает, что состояние системы это:</p> <p>1) Совокупность таких переменных, знание которых позволяет, при известном выходе и известных уравнениях динамики, описать прошлое состояние системы и значение ее входа</p> <p>2) Совокупность таких переменных, знание которых позволяет описать характеристики переходного процесса в системе</p> <p>3) Совокупность таких переменных, знание которых позволяет, при известном входе и известных уравнениях динамики, описать будущее состояние системы и значение ее выхода</p> <p>4) Совокупность таких переменных, знание которых позволяет описать расположение корней замкнутой системы</p> | ОПК-3.Д.5 |
| 2. | <p>Каким должно быть количество переменных состояния?</p> <p>1) Должно быть равно количеству входов объекта.</p> <p>2) Должно быть равно количеству выходов объекта</p> <p>3) Количество переменных состояния должно быть равно порядку</p> | ОПК-3.Д.5 |

| | | |
|----|---|-----------|
| | системы 4) Количество зависит от критериев качества управления | |
| 3. | Какая матрица при описании объекта в пространстве состояний может быть нулевой? 1) A 2) C 3) D 4) B | ОПК-3.Д.5 |
| 4. | Какая матрица называется матрицей коэффициентов объекта для линейной стационарной системы, уравнения состояний которой имеют следующий общий вид $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases}$ 1) A 2) C 3) D 4) B | ОПК-3.Д.5 |
| 5. | Какая матрица называется матрицей входа для линейной стационарной системы, уравнения состояний которой имеют следующий общий вид $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases}$ 1) A 2) C 3) D 4) B | ОПК-3.Д.5 |
| 6. | Какая матрица называется матрицей выхода для линейной стационарной системы, уравнения состояний которой имеют следующий общий вид $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases}$ 1) A 2) C 3) D 4) B | ОПК-3.Д.5 |
| 7. | Какая матрица описывает непосредственное влияние входа на выход системы для линейной стационарной системы, уравнения состояний которой имеют следующий общий вид $\begin{cases} \dot{X}(t) = AX(t) + BU(t), \\ Y(t) = CX(t) + DU(t). \end{cases}$ 1) A 2) C 3) D 4) B | ОПК-3.Д.5 |
| 8. | Какая матрица влияет на устойчивость системы? 1) A 2) B 3) C 4) D | ОПК-2.Д.1 |
| 9. | Дано описание нелинейной системы $\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 = f_1 \\ \dot{x}_2 = -x_1 x_2 - x_2 + u = f_2 \end{cases}$ | ОПК-2.Д.1 |

| | | |
|-----|---|-----------|
| | <p>Какой будет матрица A при линеаризации в рабочей точке $X(0)=[-1 \ 1]$?</p> <p>1) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$</p> <p>2) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$</p> <p>3) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$</p> | |
| 10. | <p>Дано описание нелинейной системы $\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 + u = f_1 \\ \dot{x}_2 = -x_1 x_2 - x_2 + 2u = f_2 \end{cases}$.</p> <p>Какой будет матрица B при линеаризации в рабочей точке $X(0)=[-2 \ 1]$?</p> <p>1) $B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$</p> <p>2) $B = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$</p> <p>3) $B = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$</p> <p>4) $B = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix}$</p> | ОПК-2.Д.1 |
| 11. | <p>По какой формуле можно вычислить матрицу $\Phi(s)$?</p> <p>1) $\Phi(s) = (sI - A)^{-n}$</p> <p>2) $\Phi(s) = (sA - B)^{-1}$</p> <p>3) $\Phi(s) = (sI - 1)^{-1}$</p> <p>4) $\Phi(s) = (sI - A)^{-1}$</p> | ОПК-2.Д.1 |
| 12. | <p>Управляемость системы описывается условием:</p> <p>1) $\text{rank} \begin{bmatrix} A & BA & B^2 A & \dots & B^{n-1} A \end{bmatrix} = n$</p> <p>2) $\text{rank} \begin{bmatrix} B & AB & A^2 B & \dots & A^{n-1} B \end{bmatrix} = n$</p> <p>3) $\text{rank} \begin{bmatrix} A; CA; CA^2; \dots; CA^{n-1} \end{bmatrix}^T = n$</p> <p>4) $\text{rank} \begin{bmatrix} A; AC; AC^2; \dots; AC^{n-1} \end{bmatrix}^T = n$</p> | ОПК-2.Д.1 |
| 13. | <p>Наблюдаемость системы описывается условием:</p> <p>1) $\text{rank} \begin{bmatrix} A & BA & B^2 A & \dots & B^{n-1} A \end{bmatrix} = n$</p> <p>2) $\text{rank} \begin{bmatrix} B & AB & A^2 B & \dots & A^{n-1} B \end{bmatrix} = n$</p> <p>3) $\text{rank} \begin{bmatrix} A; CA; CA^2; \dots; CA^{n-1} \end{bmatrix}^T = n$</p> <p>4) $\text{rank} \begin{bmatrix} A; AC; AC^2; \dots; AC^{n-1} \end{bmatrix}^T = n$</p> | ОПК-2.Д.1 |
| 14. | <p>Идентифицируемость системы описывается условием:</p> <p>1) $\text{rank} \begin{bmatrix} A & BA & B^2 A & \dots & B^{n-1} A \end{bmatrix} = n$</p> <p>2) $\text{rank} \begin{bmatrix} X_0; AX_0; A^2 X_0; \dots; A^{n-1} X_0 \end{bmatrix} = n$</p> <p>3) $\text{rank} \begin{bmatrix} A; CA; CA^2; \dots; CA^{n-1} \end{bmatrix}^T = n$</p> | ОПК-2.Д.1 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| | 4) $\text{rank} \begin{bmatrix} A; AC; AC^2; \dots; AC^{n-1} \end{bmatrix}^T = n$ | |
| 15. | <p>Какая из следующих систем не является управляемой?</p> <p>1) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix}; C = [1 \quad 1]$.</p> <p>2) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}; C = [1 \quad 0]$.</p> <p>3) $A = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}; C = [0 \quad 1]$.</p> <p>4) $A = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 2 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}; C = [1 \quad 1]$.</p> | ОПК-2.Д.1 |
| 16. | <p>Какая из следующих систем не является наблюдаемой?</p> <p>1) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix}; C = [1 \quad 1]$.</p> <p>2) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}; C = [1 \quad 0]$.</p> <p>3) $A = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}; C = [0 \quad 1]$.</p> <p>4) $A = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 2 & -2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}; C = [1 \quad 1]$.</p> | ОПК-2.Д.1 |
| 17. | <p>Укажите верное утверждение:</p> <p>1) Разным передаточным функциям может соответствовать одна и та же модель в пространстве состояния.</p> <p>2) Разным моделям в пространстве состояния может соответствовать одна и та же передаточная функция.</p> <p>3) Одной передаточной функции может соответствовать только одна модель в пространстве состояний</p> <p>4) Одной модели в пространстве состояний может соответствовать несколько вариантов передаточной функции.</p> | ОПК-2.Д.1 |
| 18. | <p>Какие матричные преобразования называют преобразованиями подобия?</p> <p>1) Такие преобразования, которые не изменяют модель состояния, но изменяют соотношение между входом и выходом.</p> <p>2) Такие преобразования, которые не изменяют порядок системы</p> <p>3) Такие преобразования, которые изменяют модель состояния, но не изменяют соотношение между входом и выходом</p> <p>4) Такие преобразования, которые не изменяют матрицу выхода C.</p> | ОПК-2.Д.1 |
| 19. | <p>В чем заключается цель модального синтеза системы управления?</p> <p>1) В обеспечении заданного расположения полюсов разомкнутой системы.</p> <p>2) В обеспечении заданного расположения полюсов замкнутой системы.</p> <p>3) В обеспечении заданного состояния системы.</p> <p>4) В поиске оптимального управления для перемещения системы в заданное состояние</p> | ОПК-2.Д.1 |
| Семестр 7 | | |
| 1. | В чем заключается достоинство изображения фазовых траекторий на | ОПК-3.Д.5 |

| | | |
|----|--|-----------|
| | <p>плоскости?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) В виде единого фазового портрета представляется вся совокупность возможных движений в системе управления. 2) При помощи фазового портрета можно наблюдать за движением системы в рабочей точке (0,0). 3) При помощи фазового портрета можно наблюдать за движением системы в одной рабочей точке системы. | |
| 2. | <p>Выберите определение особой точки "седло"</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Точка, которую окружают замкнутые фазовые траектории (предельные циклы). 2) Особая точка, соответствующая неустойчивому состоянию равновесия. 3) Особая точка, через которую проходят фазовые траектории. 4) Особая точка, которая является асимптотической для фазовых траекторий. | ОПК-2.Д.1 |
| 3. | <p>Выберите определение особой точки "узел"</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Особая точка, которая является асимптотической для фазовых траекторий. 2) Точка, которую окружают замкнутые фазовые траектории (предельные циклы). 3) Особая точка, через которую проходят фазовые траектории. 4) Особая точка, соответствующая неустойчивому состоянию равновесия. | ОПК-2.Д.1 |
| 4. | <p>Выберите определение особой точки "фокус (спираль)"</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Точка, которую окружают замкнутые фазовые траектории (предельные циклы). 2) Особая точка, соответствующая неустойчивому состоянию равновесия. 3) Особая точка, которая является асимптотической для фазовых траекторий. 4) Особая точка, через которую проходят фазовые траектории. | ОПК-2.Д.1 |
| 5. | <p>Выберите определение особой точки "центр"</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Точка, которую окружают замкнутые фазовые траектории (предельные циклы). 2) Особая точка, которая является асимптотической для фазовых траекторий. 3) Особая точка, соответствующая неустойчивому состоянию равновесия. 4) Особая точка, через которую проходят фазовые траектории. | ОПК-2.Д.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:

- Методы и средства ТАУ, связь с задачами реального мира;
- Разделы ТАУ, классификация решаемых задач и соответствующих им моделей;
- Классическая ТАУ, использование аппарата передаточных функций;
- Современная ТАУ, методы линейной алгебры;
- Нелинейные системы, особенности описания, методы анализа и синтеза.

11.2. 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

Методические указания и требования к проведению практических занятий приведены в следующих источниках:

1. Теория автоматического управления : практикум. ч. 1 / М. В. Бураков ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 76 с.

Теория автоматического управления : практикум. ч. 2 / М. В. Бураков ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2017. - 67 с.

11.3. 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.

Задания и требования к проведению лабораторных работ приведены в следующих источниках:

1. Теория автоматического управления : методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-9 / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост.: М. В. Бураков, Т. Г. Полякова, А. В. Подзорова. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2006. - 62 с.

2. Теория автоматического управления : методические указания по выполнению лабораторных работ № 1 - 4 / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. М. В. Бураков. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 26 с.

3. Теория автоматического управления. Нелинейные системы : методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. М. В. Бураков. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2018. - 48 с.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе имеет форму гипертекстового документа, содержащего задание на лабораторную работу, краткие теоретические сведения по теме работы, описание схем и алгоритмов, использованных при выполнении работы, результаты вычислительных экспериментов в виде графиков (диаграмм), а также выводы по итогам проделанной работы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать титульный лист, а его содержание должно быть оформлено согласно ГОСТ 7.32 – 2017.

Нормативная документация, необходимая для оформления, приведена на электронном ресурсе ГУАП: <https://guap.ru/standart/doc>

11.4. 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).

11.5. 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 студентов проводится путем мониторинга результатов выполнения лабораторных работ, контрольным вопросам на защите практических и лабораторных работ, путем получения обратной связи во время проведения лекций.

Своевременная сдача отчетов по лабораторным и практическим заданиям и положительный результат на защите этих работ может учитываться при проведении промежуточной аттестации.


11.6. 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».
- 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».

Промежуточная аттестация проводится по ФОС, приведенному в п.10.3 данной рабочей программы дисциплины.

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 |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|---|
| 31.08.2021 | Актуализация ОП | 30.08.2021 протокол №1 |  |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |