



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храшкин

26.01.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ***

Направление подготовки (специальность)  
11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Программирование и электроника информационных систем

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

|                     |   |
|---------------------|---|
| Институт/ факультет | Институт энергетики и автоматизированных систем |
| Кафедра             | Электроники и микроэлектроники                  |
| Курс                | 3   |
| Семестр             | 6   |

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и микроэлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

19.01.2022, протокол № 5

Зав. кафедрой  Д.Ю. Усатый

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.01.2022 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

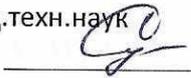
Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭиМЭ, канд. техн. наук

 Р.С. Пишнограев

Рецензент:

директор СЦ ООО "ТЕХНОАП Инжиниринг", канд. техн. наук

 Е.С. Суспицын

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью дисциплины является освоение основ теории автоматического управления как теоретической и фундаментальной базы для построения современных систем автоматического управления и электронных схем управления в различных областях техники и управления.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Теория автоматического управления входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Математика

Физика

Информатика и информационные технологии

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Основы электропривода

Средства передачи информации

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория автоматического управления» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции  |
|----------------|---|
| ПК-1           | Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы электронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений   |
| ПК-1.1         | Разрабатывает эскизный проект, включающий: выбор структурной схемы электронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; рассчитывает все необходимые показатели структурной схемы электронного устройства или системы, в том числе показатели качества; выбирает и обосновывает схемы вспомогательных устройств |
| ПК-1.2         | Производит технико-экономическое обоснование принятого решения с расчетами себестоимости устройства и стоимости его эксплуатации; сравнивает с аналогами по технико-экономическим характеристикам   |

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 72 академических часов;
- аудиторная – 68 академических часов;
- внеаудиторная – 4 академических часов;
- самостоятельная работа – 36,3 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен

| Раздел/ тема дисциплины  | Семестр | Аудиторная контактная работа (в академических часах) |           |             | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы               | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|--|---------|--|-----------|-------------|---------------------------------|--|---|-----------------|
|  |         | Лек.   | лаб. зан. | практ. зан. |                                 |  |   |                 |
| 1. Введение в теорию автоматического управления  |         |  |           |             |                                 |  |   |                 |
| 1.1 Цели и задачи дисциплины «Теория автоматического управления». Краткие исторические сведения об автоматах, регуляторах и развитии теории управления. Основные термины, понятия и определения. Типы объектов управления и задачи управления. | 6       | 2  |           | 2           | 1                               | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий          | ПК-1.1, ПК-1.2  |
| 1.2 Классификация САУ. Преобразование Лапласа. Графы систем автоматического управления. Структурные преобразования САУ.  |         | 2  |           | 2           | 2                               | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий          | ПК-1.1, ПК-1.2  |
| Итого по разделу   |         | 4  |           | 4           | 3                               |  |   |                 |
| 2. Математическое описание линейных САУ  |         |  |           |             |                                 |  |   |                 |
| 2.1 Формы записи дифференциальных уравнений САУ и звеньев. Линеаризация САУ. Принцип суперпозиции.   | 6       | 2  |           | 2           | 2                               | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий          | ПК-1.1, ПК-1.2  |
| 2.2 Принципы разомкнутого управления, управления по возмущению, управления по отклонению, комбинированного управления.   |         | 2  |           | 2           | 2                               | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий          | ПК-1.1, ПК-1.2  |

|  |   |    |  |        |    |  |  |                |
|--|---|----|--|--------|----|--|--|----------------|
| 2.3 Типовые воздействия в ТАУ и их математическое описание. Импульсная, весовая, и переходная функции. Понятие минимально-фазовых  |   | 2  |  | 2/2И   | 2  | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий | ПК-1.1, ПК-1.2 |
| 2.4 Статические характеристики САУ. Логарифмическая и фазовая частотные характеристики, годограф.  |   | 2  |  | 2/2И   | 2  | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий | ПК-1.1, ПК-1.2 |
| 2.5 Типовые динамические звенья и их операторные, временные и частотные характеристики.  |   | 4  |  | 4/4И   | 4  | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий | ПК-1.1, ПК-1.2 |
| 2.6 Функциональные устройства (сумматоры, логарифмические, экспоненциальные, ограничители и т.п.)  |   | 2  |  | 2/2И   | 2  | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий | ПК-1.1, ПК-1.2 |
| Итого по разделу   |   | 14 |  | 14/10И | 14 |  |  |                |
| 3. Устойчивость САУ  |   |    |  |        |    |  |  |                |
| 3.1 Понятие устойчивости САУ. Условия устойчивости САУ, виды устойчивых и неустойчивых САУ.  | 6 | 2  |  | 2      | 2  | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий | ПК-1.1, ПК-1.2 |
| 3.2 Корневой метод определения устойчивости САУ. Алгебраические критерии устойчивости САУ.   |   | 2  |  | 2      | 2  | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий | ПК-1.1, ПК-1.2 |
| 3.3 Частотные критерии устойчивости САУ.   |   | 2  |  | 2/2И   | 2  | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий | ПК-1.1, ПК-1.2 |
| 3.4 Метод D-разбиения по одному и двум параметрам.   |   | 2  |  | 2      | 2  | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий | ПК-1.1, ПК-1.2 |
| Итого по разделу   |   | 8  |  | 8/2И   | 8  |  |  |                |
| 4. Качество САУ  |   |    |  |        |    |  |  |                |
| 4.1 Качество регулирования и его оценка. Основные показатели качества систем регулирования в статических и динамических режимах. Определение качественных показателей САУ по переходной функции. | 6 | 2  |  | 2      | 1  | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий | ПК-1.1, ПК-1.2 |
| 4.2 Влияние параметров и структуры САУ на её качественные показатели. Астатизм САУ. Коэффициенты ошибок.   |   | 2  |  | 2      | 2  | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий | ПК-1.1, ПК-1.2 |

|   |  |   |    |  |        |      |  |  |                |
|---|--|---|----|--|--------|------|--|--|----------------|
| 4.3                                       | Определение качественных показателей САУ по АЧХ, по корням и полюсам передаточной функции.                               |   | 2  |  | 2      | 2    | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий | ПК-1.1, ПК-1.2 |
| Итого по разделу                          |  |   | 6  |  | 6      | 5    |  |  |                |
| 5. Синтез САУ                             |  |   |    |  |        |      |  |  |                |
| 5.1                                       | ПИД регулятор. ПИ регулятор. Расчёт регулятора для настройки на модульный оптимум, симметричный оптимум и бином Ньютона. | 6 | 2  |  | 2/2И   | 2    | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий | ПК-1.1, ПК-1.2 |
| Итого по разделу                          |  |   | 2  |  | 2/2И   | 2    |  |  |                |
| 6. Выполнение расчётно-графической работы |  |   |    |  |        |      |  |  |                |
| 6.1                                       | Расчётно-графическая работа  | 6 |    |  |        | 4,3  | Выполнение РГР                           | Защита РГР   | ПК-1.1, ПК-1.2 |
| Итого по разделу                          |  |   |    |  |        | 4,3  |  |  |                |
| 7. Итоговый контроль                      |  |   |    |  |        |      |  |  |                |
| 7.1                                       | Экзамен по дисциплине  | 6 |    |  |        |      | Подготовка к экзамену                    | Сдача экзамена   | ПК-1.1, ПК-1.2 |
| Итого по разделу                          |  |   |    |  |        |      |  |  |                |
| Итого за семестр                          |  |   | 34 |  | 34/14И | 36,3 |  | экзамен  |                |
| Итого по дисциплине                       |  |   | 34 |  | 34/14И | 36,3 |  | экзамен  |                |

## **5 Образовательные технологии**

В процессе преподавания дисциплины «Теория автоматического» применяется модульно-компетентностная технология. Лекции проходят в традиционной форме. На лекционных занятиях применяются элементы лекции-визуализации, за счет представления части лекционного материала с помощью заранее подготовленных презентаций, слайдов с помощью мультимедийного оборудования.

Лекционный материал закрепляется на практических занятиях, на которых выполняются индивидуальные задания по пройденной теме. Также практические занятия проводятся в виде семинаров, цель которых максимально доступным путём (при помощи онлайн визуализации заранее подготовленных примеров по материалам лекционных занятий). На практических занятиях также применяются метод контекстного обучения, работы в команде и метод case-study, позволяющие усвоить учебный материал путём выявления связей между конкретным знанием и его применением, а также анализа конкретных ситуаций и поиска решений студентами. Защита результатов практических заданий проходит в виде диалога преподавателя и студента, преподавателем задаются контрольные вопросы с целью выяснения глубины знаний студента по данному разделу, при этом пробелы в знаниях студента восполняются дополнительными пояснениями, комментариями преподавателя.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной работе тем по дисциплине, подготовки к практическим занятиям и итоговой аттестации, выполнения расчётно-графической работы

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: устный опрос (собеседование) и практические задания, выполняемые с применением персонального компьютера, защита полученных результатов.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Ким, Д. П. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 276 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9294-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450559> (дата обращения: 20.09.2020).

2. Коломейцева, М. Б. Системы автоматического управления при случайных воздействиях : учебное пособие для вузов / М. Б. Коломейцева, В. М. Беседин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 104 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11166-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455298> (дата обращения: 20.09.2020).

### **б) Дополнительная литература:**

1. Ягодкина, Т. В. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 470 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06483-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450572> (дата обращения: 20.09.2020).

2. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 331 с. —

(Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01459-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452303> (дата обращения: 20.09.2020).

**в) Методические указания:**

1. Рябчиков, М. Ю. Статистическая динамика систем управления : учебное пособие / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 110 с. : ил., табл., схемы, граф., гистогр. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3126.pdf&show=dcatalogues/1/1136001/3126.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0868-0. - Имеется печатный аналог.

2. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким, Н. Д. Дмитриева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8603-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452301> (дата обращения: 20.09.2020).

3. Рябчиков, М. Ю. Планирование эксперимента и обработка результатов измерений : практикум / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2013. - 141 с. : ил., гистогр., граф., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=619.pdf&show=dcatalogues/1/1107849/619.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0379-1. - Имеется печатный аналог.

4. Рябчиков, М. Ю. Алгоритмы и способы самонастройки средств регулирования в современных микропроцессорных контроллерах : практикум / М. Ю. Рябчиков, С. М. Андреев, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 136 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=602.pdf&show=dcatalogues/1/1104154/602.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

5. Жмудь, В. А. Моделирование и численная оптимизация замкнутых систем автоматического управления в программе VisSim : учебное пособие / В. А. Жмудь. - Новосибирск : НГТУ, 2016. - 124 с. - ISBN 978-5-7782-2103-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/546586> (дата обращения: 20.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

| Наименование ПО   | № договора             | Срок действия лицензии |
|---|------------------------|------------------------|
| Электронные плакаты по курсу "Автоматизированные системы управления на основе микропроцессорных технологий" | Д-903-13 от 14.06.2013 | бессрочно              |
| NI Developer Suite  | К-118-08 от 20.10.2008 | бессрочно              |
| NI MultiSim Education   | К-68-08 от 29.05.2008  | бессрочно              |

|                             |                     |           |
|-----------------------------|---------------------|-----------|
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
|-----------------------------|---------------------|-----------|

### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

| Название курса                                     | Ссылка   |
|--|--|
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a> |

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Лекционная аудитория. Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
2. Компьютерный класс. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, программным обеспечением National Instruments LabView, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
3. Программное обеспечение преподавателя. Примеры моделей САУ с визуализацией для LabView.
4. Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки, персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

## **Приложение 1**

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

При проведении дисциплины предусмотрено выполнение устных и письменных контрольных работ (по индивидуальным вариантам), проверка графических работ – еженедельно, выполнение зачетных работ.

Самостоятельная работа предусматривает:

- подготовку к практическим занятиям и лабораторным работам, просмотр необходимых разделов в конспектах, учебных пособиях и методических указаниях;
- исправление грубых ошибок, замечаний, обводку и оформление чертежей.

Самостоятельная работа в ходе аудиторных занятий предполагает: изучение и повторение теоретического материала по темам лекций (по конспектам и учебной литературе, методическим указаниям), решение задач, выполнение индивидуальных графических работ.

Самостоятельная работа под контролем преподавателя предполагает подготовку конспектов и выполнение необходимых расчетов по разделам дисциплины, решение и проверка преподавателем задач, графических работ, работа с методической литературой.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов предполагает подготовку к практическим занятиям, подготовку к контрольным работам, выполнение практических заданий (графических работ), изучение необходимых разделов в конспектах, учебных пособиях и методических указаниях; работа со справочной литературой, исправление ошибок, замечаний, оформление чертежей; работу с компьютерными графическими пакетами и электронными учебниками.

По данной дисциплине предусмотрены различные виды контроля результатов обучения: текущий контроль (еженедельная проверка выполнения заданий и работы с учебной литературой), периодический контроль (контрольные работы, задачи и графические работы) по каждой теме дисциплины, итоговый контроль в виде зачета с оценкой в каждом семестре.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за определенный период обучения (семестр) и может проводиться в форме зачета, зачета с оценкой, экзамена, защиты курсового проекта (работы).

Данный раздел состоит из двух пунктов: а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации. б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Код индикатора  | Индикатор достижения компетенции  | Оценочные средства   |
|---|---|--|
| ПК-1: Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы электронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений |   |  |
| ПК-1.1  | Разрабатывает эскизный проект, включающий: выбор структурной схемы электронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; рассчитывает все необходимые показатели | Перечень вопросов к экзамену<br>1. Что такое объект управления?<br>2. Что такое система управления?<br>3. Что такое автоматизация?<br>4. Что такое система автоматического управления?<br>5. Что такое процесс управления?<br>6. Что такое звено САУ? Какими свойствами оно обладает?<br>7. Укажите особенности физических и математических моделей САУ?<br>8. В чем состоит отличие статической характеристики объекта от динамической?<br>9. Какого типа воздействия оказывают на объект управления внешняя среда и управляющий орган? |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции  | Оценочные средства   |
|----------------|---|--|
|                | <p>структурной схемы электронного устройства или системы, в том числе показатели качества; выбирает и обосновывает схемы вспомогательных устройств.</p> | <p>10. В чем состоит отличие непрерывных и дискретных САУ?<br/> 11. Перечислите основные принципы управления.<br/> 12. В чем состоит принцип управления по заданному воздействию? Укажите его преимущества и недостатки.<br/> 13. В чем состоит принцип управления по возмущению? Укажите его преимущества и недостатки.<br/> 14. В чем состоит принцип управления по отклонению? Укажите его преимущества и недостатки.<br/> 15. В чем состоит принцип комбинированного управления? Укажите его преимущества и недостатки.<br/> 16. В чем сущность понятия обратная связь? Каково ее назначение в САУ?<br/> 17. В чем состоит отличие замкнутой и разомкнутой САУ?<br/> 18. В чем состоит отличие оптимального и адаптивного видов управления?<br/> 19. Что такое передаточная функция системы (звена)?<br/> 20. Какие частотные характеристики применяются при анализе САУ?<br/> 21. Что такое переходная функция системы (звена)? Каковы ее свойства?<br/> 22. Что такое импульсная переходная функция системы (звена)? Каковы ее свойства?<br/> 23. Что такое пропорциональное звено? Каковы его характеристики?<br/> 24. Что такое интегрирующее звено? Каковы его характеристики?<br/> 25. Что такое идеальное дифференцирующее звено? Каковы его характеристики?<br/> 26. Что такое апериодическое (инерционное) звено первого порядка? Каковы его характеристики?<br/> 27. Что такое колебательное звено? Каковы его характеристики?<br/> 28. Что такое форсирующее звено? Каковы его характеристики?<br/> 29. Что такое апериодическое звено второго порядка? Каковы его характеристики?<br/> 30. Что такое реальное дифференцирующее звено? Каковы его характеристики?<br/> 31. Каковы свойства минимально-фазовых звеньев?<br/> 32. Что такое запаздывающее звено? Каковы его характеристики?</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции  | Оценочные средства   |
|----------------|---|--|
|                |   | <p>33. Каковы свойства последовательного соединения звеньев САУ?</p> <p>34. Каковы свойства параллельного соединения звеньев САУ?</p> <p>35. Каким образом определяется передаточная функция САУ, замкнутой обратной отрицательной связью?</p> <p>36. Каким образом определяется передаточная функция САУ, замкнутой обратной положительной связью?</p> <p>37. В чем состоит отличие статической системы от астатической? Что такое статизм системы?</p> <p>38. В чем состоит физический смысл понятия устойчивости САУ?</p> <p>39. В чем заключается методика определения устойчивости САУ с использованием алгебраического критерия Гурвица?</p> <p>40. В чем заключается методика определения устойчивости САУ с использованием алгебраического критерия Рауса?</p> <p>41. В чем заключается методика определения устойчивости САУ с использованием частотного критерия Найквиста?</p> <p>42. В чем заключается методика анализа устойчивости САУ по логарифмическим частотным характеристикам?</p> <p>43. В чем состоят особенности алгебраических и частотных критериев устойчивости?</p> <p>44. Каковы основные качественные показатели переходного процесса в САУ?</p> <p>45. Какие методы применяются для определения показателей качества переходного процесса в САУ?</p> |
| ПК-1.2         | Производит технико-экономическое обоснование принятого решения с расчетами себестоимости устройства и стоимости его эксплуатации; | <p><b>1 Задания для выполнения РГР:</b></p> <p>1. Полагая <math>W_p(p) = 1</math> и <math>W_{oc}(p) = 0</math>, привести в общем виде:<br/> <math>W_{paz}(p)</math> – передаточную функцию объекта управления по управляющему воздействию <math>x</math>;<br/> <math>W_f(p)</math> – передаточную функцию объекта управления по возмущающему воздействию <math>f</math>.<br/> Все преобразования структурной схемы объекта привести в пояснительной записке.</p> <p>2. При известных типах и параметрах <math>W_1(p)..W_4(p)</math> определить характер устойчивости объекта по управляющему воздействию с помощью любого алгебраического критерия.</p> <p>3. При <math>W_{oc}(p) = 1</math> выполнить синтез регулятора <math>W_p(p)</math> для обеспечения астатизма системы</p>   |

|                |                                  |                    |
|----------------|----------------------------------|--------------------|
| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|----------------|----------------------------------|--------------------|

сравнивает с аналогами по технико-экономическим характеристикам

первого порядка и запаса устойчивости системы управления, не менее  $\varphi_3 = 30^\circ$ .  
 4. Проверить устойчивость полученной системы управления (с учётом регулятора) любым графическим критерием. Показать на графиках запас устойчивости по амплитуде  $K_3$  и фазе  $\varphi_3$ .  
 4. Определить  $W_e(p)$  – передаточную функцию объекта управления и регулятора по ошибке регулирования в общем виде. Все необходимые преобразования структурной схемы объекта привести в пояснительной записке. При известных типах и параметрах  $W_1(p)$ .. $W_4(p)$  и  $W_p(p)$  определить коэффициент ошибки и показать степень астатизма системы.

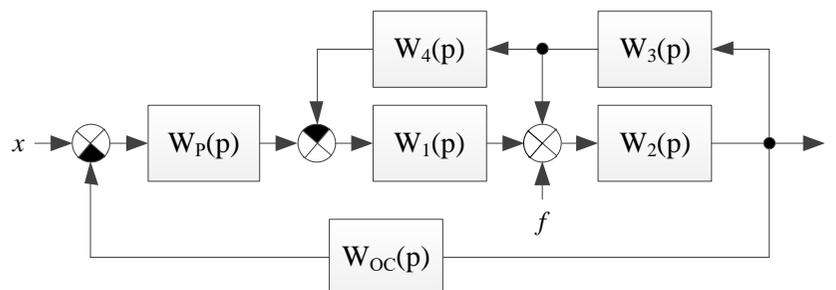


Рисунок 1 – Вариант 1 структурной схемы системы управления.

Таблица 1 – Параметры передаточных функций объекта управления

| Вариант | Вар. пар. | $W_1(p)$                          | $W_2(p)$                       | $W_3(p)$    | $W_4(p)$        |
|---------|-----------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------|-----------------|
|         |           | $\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$        | $\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$     | $K_3$       | $K_4$           |
| 1       |           | $K_1 = 160$<br>$\tau_1 = 0,00025$ | $K_2 = 2$<br>$\tau_2 = 0,0008$ | $K_3 = 0,1$ | $K_4 = 0,075$   |
|         |           | $K_1 = 24,5$<br>$\tau_1 = 0,02$   | $K_2 = 5$<br>$\tau_2 = 0,0025$ | $K_3 = 0,1$ | $K_4 = 0,05918$ |
|         |           | $K_1 = 3,9$                       | $K_2 = 7,5$                    | $K_3 = 0,1$ | $K_4 = 0,02564$ |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |   |   |  |                |                 |          |  |
|----------------|----------------------------------|--------------------|---|---|--|----------------|-----------------|----------|--|
|                |                                  |                    |   | $\tau_1 = 0,0064$<br>$K_1 = 125$<br>$\tau_1 = 0,0002$ | $\tau_2 = 0,0025$<br>$K_2 = 4$<br>$\tau_2 = 0,004$ | $K_3 = 0,2$    | $K_4 = 0,048$   |          |  |
|                |                                  |                    |   | $K_1 = 16$<br>$\tau_1 = 0,002$                        | $K_2 = 4,5$<br>$\tau_2 = 0,005$                    | $K_3 = 0,2$    | $K_4 = 0,02083$ |          |  |
|                |                                  |                    | 2 | Вар. пар.   | $W_1(p)$   | $W_2(p)$       | $W_3(p)$        | $W_4(p)$ |  |
|                |                                  |                    |   | $\frac{K_1}{p}$                                       | $\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$                         | $K_3$          | $K_4$           |          |  |
|                |                                  |                    |   | $K_1 = 100$   | $K_2 = 1,5$<br>$\tau_2 = 0,0001$                   | $K_3 = 0,66$   | $K_4 = 0,01$    |          |  |
|                |                                  |                    |   | $K_1 = 100$   | $K_2 = 5$<br>$\tau_2 = 0,00005$                    | $K_3 = 0,1975$ | $K_4 = 0,02$    |          |  |
|                |                                  |                    |   | $K_1 = 36,4$  | $K_2 = 9$<br>$\tau_2 = 0,0025$                     | $K_3 = 0,1$    | $K_4 = 0,05$    |          |  |
|                |                                  |                    |   | $K_1 = 200$   | $K_2 = 4,8$<br>$\tau_2 = 0,00001$                  | $K_3 = 0,2$    | $K_4 = 0,15$    |          |  |
|                |                                  |                    |   | $K_1 = 50$  | $K_2 = 3$<br>$\tau_2 = 0,00005$                    | $K_3 = 0,33$   | $K_4 = 0,01$    |          |  |

|                |                                  |                    |
|----------------|----------------------------------|--------------------|
| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|----------------|----------------------------------|--------------------|

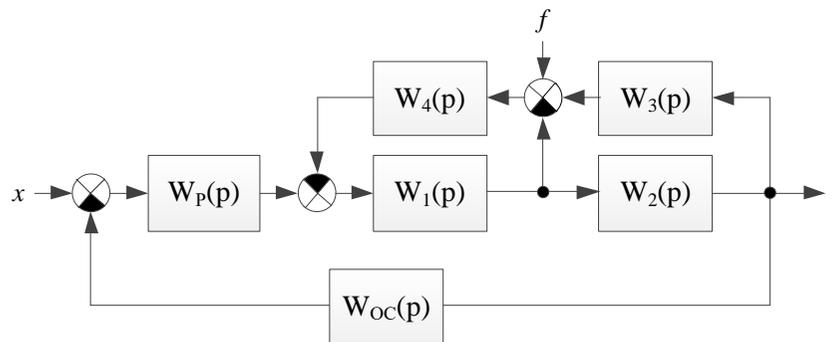


Рисунок 2 – Вариант 2 структурной схемы системы управления.

Таблица 2 – Параметры передаточных функций объекта управления

| Вар. | Вар. пар. | $W_1(p)$                         | $W_2(p)$                          | $W_3(p)$        | $W_4(p)$    |
|------|-----------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-------------|
|      |           | $\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$       | $\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$        | $K_3$           | $K_4$       |
| 1    | 1         | $K_1 = 2$<br>$\tau_1 = 0,0008$   | $K_2 = 160$<br>$\tau_2 = 0,00025$ | $K_3 = 0,075$   | $K_4 = 0,1$ |
|      | 2         | $K_1 = 5$<br>$\tau_1 = 0,0025$   | $K_2 = 24,5$<br>$\tau_2 = 0,02$   | $K_3 = 0,05918$ | $K_4 = 0,1$ |
|      | 3         | $K_1 = 7,5$<br>$\tau_1 = 0,0025$ | $K_2 = 3,9$<br>$\tau_2 = 0,0064$  | $K_3 = 0,02564$ | $K_4 = 0,1$ |
|      | 4         | $K_1 = 4$<br>$\tau_1 = 0,004$    | $K_2 = 125$<br>$\tau_2 = 0,0002$  | $K_3 = 0,048$   | $K_4 = 0,2$ |
|      | 5         | $K_1 = 4,5$<br>$\tau_1 = 0,005$  | $K_2 = 16$<br>$\tau_2 = 0,002$    | $K_3 = 0,02083$ | $K_4 = 0,2$ |
| 2    | Вар.      | $W_1(p)$                         | $W_2(p)$                          | $W_3(p)$        | $W_4(p)$    |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции  | Оценочные средства  |              |                            |                 |       |       |      |                                  |             |              |              |   |                                 |             |              |                |   |                                |              |              |             |   |                                   |             |              |             |   |                                 |            |              |              |  |  |  |  |
|----------------|-----------------------------------|---|--------------|----------------------------|-----------------|-------|-------|------|----------------------------------|-------------|--------------|--------------|---|---------------------------------|-------------|--------------|----------------|---|--------------------------------|--------------|--------------|-------------|---|-----------------------------------|-------------|--------------|-------------|---|---------------------------------|------------|--------------|--------------|--|--|--|--|
|                |                                   | <table border="1"> <thead> <tr> <th>пар.</th> <th><math>\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}</math></th> <th><math>\frac{K_2}{p}</math></th> <th><math>K_3</math></th> <th><math>K_4</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td><math>K_1 = 1,5</math><br/><math>\tau_1 = 0,0001</math></td> <td><math>K_2 = 100</math></td> <td><math>K_3 = 0,01</math></td> <td><math>K_4 = 0,66</math></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td><math>K_1 = 5</math><br/><math>\tau_1 = 0,00005</math></td> <td><math>K_2 = 100</math></td> <td><math>K_3 = 0,02</math></td> <td><math>K_4 = 0,1975</math></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td><math>K_1 = 9</math><br/><math>\tau_1 = 0,0025</math></td> <td><math>K_2 = 36,4</math></td> <td><math>K_3 = 0,05</math></td> <td><math>K_4 = 0,1</math></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td><math>K_1 = 4,8</math><br/><math>\tau_1 = 0,00001</math></td> <td><math>K_2 = 200</math></td> <td><math>K_3 = 0,15</math></td> <td><math>K_4 = 0,2</math></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td><math>K_1 = 3</math><br/><math>\tau_1 = 0,00005</math></td> <td><math>K_2 = 50</math></td> <td><math>K_3 = 0,01</math></td> <td><math>K_4 = 0,33</math></td> </tr> </tbody> </table> | пар.         | $\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$ | $\frac{K_2}{p}$ | $K_3$ | $K_4$ | 1    | $K_1 = 1,5$<br>$\tau_1 = 0,0001$ | $K_2 = 100$ | $K_3 = 0,01$ | $K_4 = 0,66$ | 2 | $K_1 = 5$<br>$\tau_1 = 0,00005$ | $K_2 = 100$ | $K_3 = 0,02$ | $K_4 = 0,1975$ | 3 | $K_1 = 9$<br>$\tau_1 = 0,0025$ | $K_2 = 36,4$ | $K_3 = 0,05$ | $K_4 = 0,1$ | 4 | $K_1 = 4,8$<br>$\tau_1 = 0,00001$ | $K_2 = 200$ | $K_3 = 0,15$ | $K_4 = 0,2$ | 5 | $K_1 = 3$<br>$\tau_1 = 0,00005$ | $K_2 = 50$ | $K_3 = 0,01$ | $K_4 = 0,33$ |  |  |  |  |
| пар.           | $\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$        | $\frac{K_2}{p}$   | $K_3$        | $K_4$                      |                 |       |       |      |                                  |             |              |              |   |                                 |             |              |                |   |                                |              |              |             |   |                                   |             |              |             |   |                                 |            |              |              |  |  |  |  |
| 1              | $K_1 = 1,5$<br>$\tau_1 = 0,0001$  | $K_2 = 100$   | $K_3 = 0,01$ | $K_4 = 0,66$               |                 |       |       |      |                                  |             |              |              |   |                                 |             |              |                |   |                                |              |              |             |   |                                   |             |              |             |   |                                 |            |              |              |  |  |  |  |
| 2              | $K_1 = 5$<br>$\tau_1 = 0,00005$   | $K_2 = 100$   | $K_3 = 0,02$ | $K_4 = 0,1975$             |                 |       |       |      |                                  |             |              |              |   |                                 |             |              |                |   |                                |              |              |             |   |                                   |             |              |             |   |                                 |            |              |              |  |  |  |  |
| 3              | $K_1 = 9$<br>$\tau_1 = 0,0025$    | $K_2 = 36,4$  | $K_3 = 0,05$ | $K_4 = 0,1$                |                 |       |       |      |                                  |             |              |              |   |                                 |             |              |                |   |                                |              |              |             |   |                                   |             |              |             |   |                                 |            |              |              |  |  |  |  |
| 4              | $K_1 = 4,8$<br>$\tau_1 = 0,00001$ | $K_2 = 200$   | $K_3 = 0,15$ | $K_4 = 0,2$                |                 |       |       |      |                                  |             |              |              |   |                                 |             |              |                |   |                                |              |              |             |   |                                   |             |              |             |   |                                 |            |              |              |  |  |  |  |
| 5              | $K_1 = 3$<br>$\tau_1 = 0,00005$   | $K_2 = 50$  | $K_3 = 0,01$ | $K_4 = 0,33$               |                 |       |       |      |                                  |             |              |              |   |                                 |             |              |                |   |                                |              |              |             |   |                                   |             |              |             |   |                                 |            |              |              |  |  |  |  |
|                |                                   |   |              |                            |                 |       |       |      |                                  |             |              |              |   |                                 |             |              |                |   |                                |              |              |             |   |                                   |             |              |             |   |                                 |            |              |              |  |  |  |  |
|                |                                   | <p>Рисунок 3 – Вариант 3 структурной схемы системы управления.</p>  |              |                            |                 |       |       |      |                                  |             |              |              |   |                                 |             |              |                |   |                                |              |              |             |   |                                   |             |              |             |   |                                 |            |              |              |  |  |  |  |
|                |                                   | <p>Таблица 3 – Параметры передаточных функций объекта управления</p>  |              |                            |                 |       |       |      |                                  |             |              |              |   |                                 |             |              |                |   |                                |              |              |             |   |                                   |             |              |             |   |                                 |            |              |              |  |  |  |  |
|                |                                   | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Вар.</th> <th>Вар.</th> <th><math>W_1(p)</math></th> <th><math>W_2(p)</math></th> <th><math>W_3(p)</math></th> <th><math>W_4(p)</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>   |              |                            |                 |       | Вар.  | Вар. | $W_1(p)$                         | $W_2(p)$    | $W_3(p)$     | $W_4(p)$     |   |                                 |             |              |                |   |                                |              |              |             |   |                                   |             |              |             |   |                                 |            |              |              |  |  |  |  |
| Вар.           | Вар.                              | $W_1(p)$  | $W_2(p)$     | $W_3(p)$                   | $W_4(p)$        |       |       |      |                                  |             |              |              |   |                                 |             |              |                |   |                                |              |              |             |   |                                   |             |              |             |   |                                 |            |              |              |  |  |  |  |
|                |                                   |   |              |                            |                 |       |       |      |                                  |             |              |              |   |                                 |             |              |                |   |                                |              |              |             |   |                                   |             |              |             |   |                                 |            |              |              |  |  |  |  |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |   |           |  |                               |  |                   |  |
|----------------|----------------------------------|--------------------|---|-----------|--|-------------------------------|--|-------------------|--|
|                |                                  |                    | 1 | пар.      | $\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$             | $\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$    | $\frac{K_3}{\tau_3 p + 1}$             | $K_4$             |  |
|                |                                  |                    |   | 1         | $K_1 = 3$<br>$\tau_1 = 0,01$           | $K_2 = 15$<br>$\tau_2 = 0,01$ | $K_3 = 3$<br>$\tau_3 = 0,02$           | $K_4 = 5$         |  |
|                |                                  |                    |   | 2         | $K_1 = 3$<br>$\tau_1 = 0,1$            | $K_2 = 10$<br>$\tau_2 = 0,05$ | $K_3 = 3$<br>$\tau_3 = 0,01$           | $K_4 = 10$        |  |
|                |                                  |                    |   | 3         | $K_1 = 49$<br>$\tau_1 = 0,4$           | $K_2 = 30$<br>$\tau_2 = 0,02$ | $K_3 = 2$<br>$\tau_3 = 0,005$          | $K_4 = 20$        |  |
|                |                                  |                    |   | 4         | $K_1 = 19$<br>$\tau_1 = 0,1$           | $K_2 = 25$<br>$\tau_2 = 0,01$ | $K_3 = 2$<br>$\tau_3 = 0,02$           | $K_4 = 25$        |  |
|                |                                  |                    |   | 5         | $K_1 = 99$<br>$\tau_1 = 0,5$           | $K_2 = 40$<br>$\tau_2 = 0,01$ | $K_3 = 1$<br>$\tau_3 = 0,01$           | $K_4 = 40$        |  |
|                |                                  |                    | 2 | Вар. пар. | $W_1(p)$<br>$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$ | $W_2(p)$<br>$\frac{K_2}{p}$   | $W_3(p)$<br>$\frac{K_3}{\tau_3 p + 1}$ | $W_4(p)$<br>$K_4$ |  |
|                |                                  |                    |   | 1         | $K_1 = 9$<br>$\tau_1 = 0,01$           | $K_2 = 100$                   | $K_3 = 5000$<br>$\tau_3 = 0,001$       | $K_4 = 0,1$       |  |
|                |                                  |                    |   | 2         | $K_1 = 4$<br>$\tau_1 = 0,01$           | $K_2 = 100$                   | $K_3 = 7000$<br>$\tau_3 = 0,002$       | $K_4 = 0,2$       |  |
|                |                                  |                    |   | 3         | $K_1 = 19$<br>$\tau_1 = 0,1$           | $K_2 = 100$                   | $K_3 = 6000$<br>$\tau_3 = 0,005$       | $K_4 = 0,5$       |  |
|                |                                  |                    |   | 4         | $K_1 = 49$<br>$\tau_1 = 0,25$          | $K_2 = 200$                   | $K_3 = 10000$<br>$\tau_3 = 0,001$      | $K_4 = 1$         |  |
|                |                                  |                    |   | 5         | $K_1 = 9$<br>$\tau_1 = 0,2$            | $K_2 = 100$                   | $K_3 = 5000$<br>$\tau_3 = 0,002$       | $K_4 = 2$         |  |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Начертательная геометрия и компьютерная графика» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в зачета с оценкой.

*Методические указания для подготовки к зачету с оценкой:* для подготовки к зачету с оценкой студент должен освоить все изучаемые темы, в том числе и отведенные для самостоятельного изучения, выполнить и сдать все графические листы и выполнить все контрольные работы.

**Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:**

– на оценку «**отлично**» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «**хорошо**» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «**удовлетворительно**» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «**не зачтено**» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.