

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрических станций
Кафедра автоматизированных электроэнергетических систем

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН

к.э.н. Чернов С. С.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Теория автоматического регулирования

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская
программа: Автоматика энергосистем

Курс: 1, семестр : 2

Факультет энергетики,

		Семестр
№	Вид деятельности	2
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	61
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	5
10	Самостоятельная работа, час.	47
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	3

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №1500 от 21.11.2014 г. , дата утверждения: 11.12.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭлСт, протокол заседания кафедры №10 от 20.06.2017

АЭЭС, протокол заседания кафедры №7 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета энергетики, протокол № 9 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Глазырин Г. В.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Глазырин Г. В.

профессор, д.т.н. Фишов А. Г.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Глазырин Г. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки; в части следующих результатов обучения:
з6. знать принципы и виды автоматического управления и регулирования в электроэнергетике
Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы; в части следующих результатов обучения:
у3. уметь анализировать динамические и статические свойства заданной линейной системы автоматического управления
Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:
з6. знать динамические характеристики линейных систем автоматического управления
Компетенция ФГОС: ПК.2 способность самостоятельно выполнять исследования; в части следующих результатов обучения:
з5. знать критерии устойчивости и методы оценки качества систем автоматического регулирования
Компетенция ФГОС: ПК.8 способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:
у4. уметь синтезировать корректирующее устройство для заданной системы автоматического управления, обеспечивающее требуемое качество регулирования

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
Теория автоматического регулирования	
ОПК.1.з6 знать принципы и виды автоматического управления и регулирования в электроэнергетике	
1.знать принципы и виды автоматического управления и регулирования	Лекции; Самостоятельная работа
2.иметь представление о различных подходах при анализе и синтезе линейных и нелинейных систем автоматического управления: систем стабилизации, программных, следящих, оптимальных и других	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.з5 знать критерии устойчивости и методы оценки качества систем автоматического регулирования	
3.знать критерии устойчивости систем автоматического регулирования	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
4.знать методику определения запасов устойчивости по частотным характеристикам в обычном и логарифмическом масштабе	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
5.знать методы оценки качества САУ в установившемся и переходном режиме	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.у3 уметь анализировать динамические и статические свойства заданной линейной системы автоматического управления	
6.уметь анализировать динамические и статические свойства заданной линейной системы автоматического управления	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
7.иметь опыт анализа линейных систем автоматического управления, используя современные аналитические методы	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

ОПК.4.36 знать динамические характеристики линейных систем автоматического управления	
8.знать дифференциальные уравнения, передаточные функции, переходные функции и частотные характеристики в обычном и логарифмическом масштабе типовых звеньев САУ	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.8.у4 уметь синтезировать корректирующее устройство для заданной системы автоматического управления, обеспечивающее требуемое качество регулирования	
9.знать методы синтеза последовательных и параллельных корректирующих устройств	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
10.уметь синтезировать корректирующие устройства, обеспечивающие требуемое качество системы управления в установившемся и переходном режиме	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
11.иметь опыт синтеза линейных систем автоматического управления, используя современные аналитические методы	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Введение				
1. Основные термины, понятия и определения: объект управления (регулирование), управляемые (регулируемые) величины, управляющие и возмущающие воздействия, обратные связи. Принципы управления (регулирования): разомкнутый, по отклонению, по возмущению. Алгоритмы управления. Классификация систем автоматического управления (САУ) по различным признакам. Задачи и особенности теории автоматического управления (ТАУ)	0	1	1	Прослушивание и запись лекции
Дидактическая единица: Динамические характеристики линейных САУ				

2. Общие принципы составления и линеаризации дифференциальных уравнений САУ. Формы записи уравнений. Типовые воздействия, применяемые при исследовании САУ (единичный скачок, единичный импульс, гармонический сигнал). Представление произвольных сигналов с помощью типовых воздействий. Переходная, импульсная переходная и передаточная функции элементов и систем. Передаточные функции по управляющему и возбуждающему воздействию. Частотные характеристики в обычном и логарифмическом масштабе. Применение принципа суперпозиции и наложения при исследовании линейных САУ.	2	3	8	Прослушивание и запись лекции
Дидактическая единица: Структурные схемы САУ				
3. Типовые динамические звенья: пропорциональное, дифференцирующее, интегрирующее, апериодическое, форсирующее, звено второго порядка, звено запаздывания. Методы преобразования структурных схем. Переход от системы дифференциальных уравнений к структурной схеме и обратно	1	3	8	Прослушивание и запись лекции
Дидактическая единица: Устойчивость линейных САУ				
4. Понятие устойчивости. Общие условия устойчивости систем по виду корней характеристического уравнения. Методы определения устойчивости. Алгебраический критерий Гурвица. Частотные критерии Михайлова и Найквиста. Определение запасов устойчивости. Особенности исследования устойчивости систем со звеньями запаздывания	2	3	2, 3, 4, 6	Прослушивание и запись лекции
Дидактическая единица: Качество линейных САУ в переходном режиме				

5. Основные показатели качества и особенности их исследования. Косвенные методы исследования качества. Интегральный и частотный критерий качества. Анализ качества по расположению корней характеристического уравнения	1	3	2, 5, 6	Прослушивание и запись лекции
Дидактическая единица: Задача синтеза линейных САУ				
6. Назначение коррекции САУ. Постановка задачи синтеза и условия ее разрешимости. Виды корректирующих устройств	1	1	2, 9	Прослушивание и запись лекции
Дидактическая единица: Последовательные корректирующие устройства				
7. Простейшие последовательные корректирующие устройства: введение производной от ошибки, увеличение общего коэффициента усиления разомкнутой цепи, введение интеграла от ошибки, изотропное корректирующее устройство. Синтез последовательных корректирующих устройств по логарифмическим частотным характеристикам	1	2	10, 2, 9	Прослушивание и запись лекции
Дидактическая единица: Параллельные корректирующие устройства				
8. Простейшие параллельные корректирующие устройства: положительная и отрицательная жесткая обратная связь, инерционная жесткая обратная связь, гибкая обратная связь, инерционная гибкая обратная связь. Синтез параллельных корректирующих устройств по логарифмическим частотным характеристикам	1	2	10, 2, 9	Прослушивание и запись лекции

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Структурные схемы САУ				
9. Переходные и частотные характеристики типовых линейных звеньев систем автоматического управления	0	6	6, 8	Выполнение и защита лабораторной работы
Дидактическая единица: Устойчивость линейных САУ				

8. Исследование устойчивости линейных систем автоматического управления	0	6	2, 3, 4, 6, 7	Выполнение и защита лабораторной работы
Дидактическая единица: Последовательные корректирующие устройства				
12. Синтез последовательных корректирующих устройств	0	6	10, 11, 2, 9	Выполнение и защита лабораторной работы

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Динамические характеристики линейных САУ				
1. Дифференциальные уравнения САУ	1	2	8	Решение задач на составление, линеаризацию и преобразование дифференциальных уравнений САУ
2. Динамические характеристики САУ	1	2	8	Решение задач на определение передаточных и переходных функций различных объектов управления
Дидактическая единица: Структурные схемы САУ				
3. Структурные схемы САУ	2	3	8	Решение следующих типов задач: преобразование структурных схем; переход от системы дифференциальных уравнений к структурной схеме и обратно; построение логарифмических частотных характеристик САУ
Дидактическая единица: Устойчивость линейных САУ				
4. Критерии устойчивости САУ	1	3	3, 4, 6, 7	Решение задач на анализ устойчивости САУ методами Гурвица, Михайлова и Найквиста, определение запасов устойчивости
Дидактическая единица: Качество линейных САУ в переходном режиме				
7. Определение показателей качества систем автоматического регулирования	1	2	2, 5, 7	Решение задач на определение ошибок регулирования, времени регулирования и перерегулирования в различных системах автоматического управления
Дидактическая единица: Последовательные корректирующие устройства				
5. Синтез последовательных корректирующих устройств	1	3	10, 11, 9	Решение задач синтеза последовательных корректирующих устройств по логарифмическим частотным характеристикам.
Дидактическая единица: Параллельные корректирующие устройства				
13. Синтез параллельных корректирующих устройств	2	3	10, 11, 2, 9	Решение задач на синтез параллельных корректирующих устройств

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	РГЗ	10, 11, 6, 7	16	2
: Глазырин Г. В. Теория автоматического регулирования : учебное пособие / Г. В. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 167, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202915				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9	15	1
: Глазырин Г. В. Теория автоматического регулирования : учебное пособие / Г. В. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 167, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202915				
3	Подготовка к аттестации	1, 10, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9	16	2
: Глазырин Г. В. Теория автоматического регулирования : учебное пособие / Г. В. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 167, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202915				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Портал НГТУ; Социальные сети
Консультирование	e-mail; Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ПК.2;
Формируемые умения: з5. знать критерии устойчивости и методы оценки качества систем автоматического регулирования		
Краткое описание применения:		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
---	-----------	-------------------

Семестр: 2		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	7	15
<i>Лабораторная:</i>	12	24
<i>Практические занятия:</i>	5	9
<i>РГЗ:</i>	16	32
<i>Зачет:</i>	10	20

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Зачет
ОПК.1	з6. знать принципы и виды автоматического управления и регулирования в электроэнергетике		+
ОПК.2	у3. уметь анализировать динамические и статические свойства заданной линейной системы автоматического управления	+	+
ОПК.4	з6. знать динамические характеристики линейных систем автоматического управления	+	+
ПК.2	з5. знать критерии устойчивости и методы оценки качества систем автоматического регулирования	+	+
ПК.8	у4. уметь синтезировать корректирующее устройство для заданной системы автоматического управления, обеспечивающее требуемое качество регулирования	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Востриков А. С. Теория автоматического регулирования : учебное пособие / А. С. Востриков, Г. А. Французова. - М., 2006. - 365 с.

Дополнительная литература

1. Попов Е. П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления : учебное пособие для вузов / Е. П. Попов. - М., 1989. - 304 с.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Глазырин Г. В. Теория автоматического регулирования : учебное пособие / Г. В. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 167, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202915

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Matlab Simulink

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Чтение лекций

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Выполнение лабораторных работ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрических станций

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН
к.э.н., доцент С.С. Чернов
“ ” _____ _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория автоматического регулирования

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская
программа: Автоматика энергосистем

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Теория автоматического регулирования приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	зб. знать принципы и виды автоматического управления и регулирования в электроэнергетике	Исследование устойчивости линейных систем автоматического управления Назначение коррекции САУ. Постановка задачи синтеза и условия ее разрешимости. Виды корректирующих устройств Определение показателей качества систем автоматического регулирования Основные показатели качества и особенности их исследования. Косвенные методы исследования качества. Интегральный и частотный критерий качества. Анализ качества по расположению корней характеристического уравнения Основные термины, понятия и определения: объект управления (регулирование), управляемые (регулируемые) величины, управляющие и возмущающие воздействия, обратные связи. Принципы управления (регулирования): разомкнутый, по отклонению, по возмущению. Алгоритмы управления. Классификация систем автоматического управления (САУ) по различным признакам. Задачи и особенности теории автоматического управления (ТАУ) Понятие устойчивости. Общие условия устойчивости систем по виду корней характеристического уравнения. Методы определения устойчивости. Алгебраический критерий Гурвица. Частотные критерии Михайлова и Найквиста. Определение запасов устойчивости. Особенности исследования устойчивости систем со звеньями запаздывания Простейшие параллельные корректирующие устройства: положительная и	РГЗ, разделы 1, 2	Зачет, вопросы 1-10

		отрицательная жесткая обратная связь, инерционная жесткая обратная связь, гибкая обратная связь, инерционная гибкая обратная связь. Синтез параллельных корректирующих устройств по логарифмическим частотным характеристикам. Простейшие последовательные корректирующие устройства: введение производной от ошибки, увеличение общего коэффициента усиления разомкнутой цепи, введение интеграла от ошибки, изодромное корректирующее устройство. Синтез последовательных корректирующих устройств по логарифмическим частотным характеристикам. Синтез параллельных корректирующих устройств. Синтез последовательных корректирующих устройств.		
ОПК.2 способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	у3. уметь анализировать динамические и статические свойства заданной линейной системы автоматического управления	Исследование устойчивости линейных систем автоматического управления. Критерии устойчивости САУ. Определение показателей качества систем автоматического регулирования. Основные показатели качества и особенности их исследования. Косвенные методы исследования качества. Интегральный и частотный критерии качества. Анализ качества по расположению корней характеристического уравнения. Переходные и частотные характеристики типовых линейных звеньев систем автоматического управления. Понятие устойчивости. Общие условия устойчивости систем по виду корней характеристического уравнения. Методы определения устойчивости. Алгебраический критерий Гурвица. Частотные критерии Михайлова и Найквиста. Определение запасов устойчивости. Особенности исследования устойчивости систем со звеньями запаздывания.	РГЗ, раздел 2	Зачет, вопросы 11-20
ОПК.4 способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже	з6. знать динамические характеристики линейных систем автоматического управления	Динамические характеристики САУ. Дифференциальные уравнения САУ. Общие принципы составления и линеаризации дифференциальных уравнений САУ. Формы записи уравнений. Типовые	РГЗ, раздел 3	Зачет, вопросы 21-30

науки и техники в области профессиональной деятельности		воздействия, применяемые при исследовании САУ (единичный скачок, единичный импульс, гармонический сигнал). Представление произвольных сигналов с помощью типовых воздействий. Переходная, импульсная переходная и передаточная функции элементов и систем. Передаточные функции по управляющему и возбуждающему воздействию. Частотные характеристики в обычном и логарифмическом масштабе Применение принципа суперпозиции и наложения при исследовании линейных САУ. Переходные и частотные характеристики типовых линейных звеньев систем автоматического управления Структурные схемы САУ Типовые динамические звенья: пропорциональное, дифференцирующее, интегрирующее, апериодическое, форсирующее, звено второго порядка, звено запаздывания. Методы преобразования структурных схем. Переход от системы дифференциальных уравнений к структурной схеме и обратно		
ПК.2/НИ способность самостоятельно выполнять исследования	з5. знать критерии устойчивости и методы оценки качества систем автоматического регулирования	Исследование устойчивости линейных систем автоматического управления Критерии устойчивости САУ Определение показателей качества систем автоматического регулирования Основные показатели качества и особенности их исследования. Косвенные методы исследования качества. Интегральный и частотный критерии качества. Анализ качества по расположению корней характеристического уравнения Понятие устойчивости. Общие условия устойчивости систем по виду корней характеристического уравнения. Методы определения устойчивости. Алгебраический критерий Гурвица. Частотные критерии Михайлова и Найквиста. Определение запасов устойчивости. Особенности исследования устойчивости систем со звеньями запаздывания	РГЗ, разделы 2, 3	Зачет, вопросы 31-40

ПК.8/ПК способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	у4. уметь синтезировать корректирующее устройство для заданной системы автоматического управления, обеспечивающее требуемое качество регулирования	Назначение коррекции САУ. Постановка задачи синтеза и условия ее разрешимости. Виды корректирующих устройств Простейшие параллельные корректирующие устройства: положительная и отрицательная жесткая обратная связь, инерционная жесткая обратная связь, гибкая обратная связь, инерционная гибкая обратная связь. Синтез параллельных корректирующих устройств по логарифмическим частотным характеристикам Простейшие последовательные корректирующие устройства: введение производной от ошибки, увеличение общего коэффициента усиления разомкнутой цепи, введение интеграла от ошибки, изоморфное корректирующее устройство. Синтез последовательных корректирующих устройств по логарифмическим частотным характеристикам Синтез параллельных корректирующих устройств Синтез последовательных корректирующих устройств	РГЗ, раздел 3	Зачет, вопросы 41-57
---	---	---	---------------	----------------------

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится во 2 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ОПК.4, ПК.2/НИ, ПК.8/ПК.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

Во 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ОПК.4, ПК.2/НИ, ПК.8/ПК, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электрических станций

Паспорт зачета

по дисциплине «Теория автоматического регулирования», 2 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-28, второй вопрос из диапазона вопросов 29-57 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФЭН

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Теория автоматического регулирования»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.
3. Задача.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 1-9 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 9-13 баллов.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при

ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 14-17 баллов.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Теория автоматического регулирования»

1. Перечислите основные принципы управления.
2. В соответствии, с каким принципом управления реализуются замкнутые САУ?
3. Какие виды обратных связей вам известны?
4. В какой форме в ТАУ принято записывать дифференциальные уравнения?
5. Запишите дифференциальные уравнения всех типовых звеньев.
6. Дайте определение, что называется переходной функцией и переходной характеристикой.
7. Как по дифференциальному уравнению звена найти его переходную функцию?
8. Перечислите типовые линейные звенья.
9. Как коэффициент демпфирования влияет на вид переходной характеристики колебательного звена?
10. Дайте определение передаточной функции.
11. По дифференциальным уравнениям найдите передаточные функции всех типовых звеньев.
12. При каком коэффициенте демпфирования колебательное звено можно разложить на 2 апериодических?
13. Покажите на примере, как найти параметры двух эквивалентных апериодических звеньев при разложении колебательного звена?
14. Что понимается под структурной схемой элемента и САУ?
15. Приведите формулы основных правил преобразования структурных схем.
16. Как делаются преобразования структурных схем с перекрещивающимися связями.
17. Назовите типы частотных характеристик.
18. Как осуществляется переход от частотных характеристик в обычном масштабе к логарифмическим частотным характеристикам?
19. Какие логарифмические частотные характеристики используются в ТАУ при анализе и синтезе систем управления?
20. Чем отличается асимптотическая логарифмическая амплитудно-частотная характеристика от точной?
21. При каких коэффициентах демпфирования асимптотическая ЛАЧХ колебательного звена уточняется? Почему?

22. Дайте определение, что понимается под устойчивостью САУ.
23. Сформулируйте общие условия устойчивости линейной САУ по корням характеристического уравнения.
24. Что понимается под необходимыми условиями устойчивости?
25. Какие критерии устойчивости Вам известны?
26. Дайте формулировку критерия Гурвица. Как составить определитель Гурвица?
27. Составьте определитель Гурвица для характеристического уравнения шестой степени.
28. Дайте формулировку критерия Михайлова. Как строится годограф Михайлова?
29. Изобразите годографы Михайлова, соответствующие устойчивой и неустойчивой САУ и границе устойчивости для характеристического уравнения пятой степени.
30. Дайте формулировку критерия Найквиста, если САУ в разомкнутом состоянии устойчивая.
31. Дайте формулировку критерия Найквиста, если САУ в разомкнутом состоянии неустойчивая.
32. Как по амплитудно-фазовой характеристике САУ в разомкнутом состоянии определить запасы устойчивости системы в замкнутом состоянии?
33. Как определяется устойчивость замкнутой САУ по логарифмическим частотным характеристикам системы в разомкнутом состоянии?
34. Как строится асимптотическая ЛАЧХ разомкнутой САУ?
35. Как оценить запасы устойчивости замкнутой САУ по логарифмическим частотным характеристикам разомкнутой системы?
36. Как изменятся запасы устойчивости САУ при наличии звена запаздывания?
37. Какие требования предъявляются к линейным САУ в установившемся режиме?
38. Как определяется требуемый коэффициент усиления последовательного корректирующего устройства?
39. Как изменится ошибка системы в установившемся режиме при увеличении коэффициента усиления?
40. Какие требования предъявляются к линейным САУ в переходном режиме?
41. Какие типы корректирующих устройств (КУ) применяются при коррекции САУ в переходном режиме?
42. Изложите методику синтеза последовательных КУ по логарифмическим частотным характеристикам.
43. Изложите методику синтеза параллельных КУ по логарифмическим частотным характеристикам.
44. От чего зависит наклон низкочастотной асимптоты желаемой ЛАЧХ?
45. Какой наклон имеет среднечастотная асимптота желаемой ЛАЧХ?
46. Как находится частота среза желаемой ЛАЧХ?
47. Как проводится высокочастотная асимптота желаемой ЛАЧХ?
48. Как выбирается место включения последовательного корректирующего устройства?
49. Как найти ЛАЧХ последовательного корректирующего устройства?
50. Как выбрать место включения параллельного корректирующего устройства?
51. Как найти ЛАЧХ параллельного корректирующего устройства?
52. Каким образом проверяются результаты синтеза КУ?
53. Какие показатели качества регулирования для установившегося режима вам известны?
54. Какие показатели качества регулирования для переходного режима вам известны?
55. Как определить статическую ошибку САУ?
56. Как оценить перерегулирование в САУ по частотным характеристикам?
57. Как оценить время регулирования в САУ по частотным характеристикам?

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Теория автоматического регулирования», 2 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны выполнить анализ заданной системы автоматического регулирования и синтез корректирующих устройств, проверить результаты синтеза.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Анализ системы автоматического регулирования:
 - 1.1. проверка на устойчивость двумя критериями;
 - 1.2. определение ошибки регулирования в установившемся режиме.
2. Синтез корректирующих устройств для системы автоматического регулирования:
 - 2.1. определение требуемого коэффициента усиления;
 - 2.2. синтез корректирующего устройства методом логарифмических частотных характеристик.
3. Проверка результатов синтеза:
 - 3.1. определение запасов устойчивости скорректированной САУ;
 - 3.2. оценка качества скорректированной системы аналитическим методом.

Оцениваемые позиции: правильность расчетов, выбора корректирующих устройств, а также способность студента обосновать целесообразность принятых решений.

2. Критерии оценки

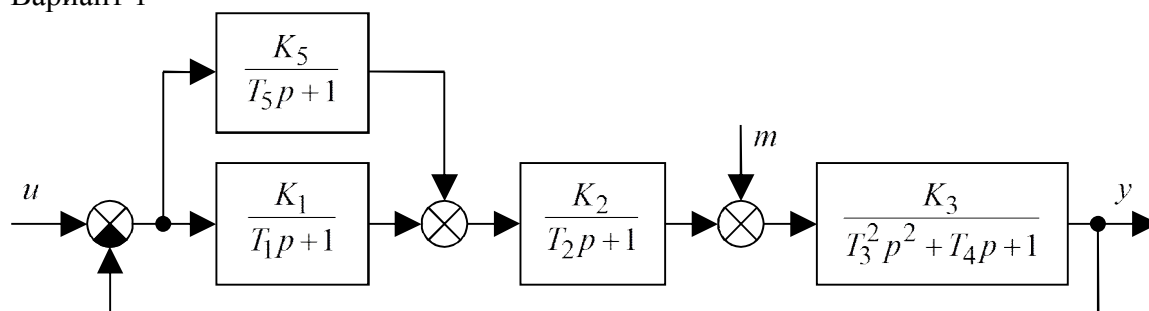
- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует анализ системы автоматического управления, синтез корректирующих устройств не выполнен или предложенные корректирующие устройства не обеспечивают требуемое качество переходных процессов, оценка составляет 0-15 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ устойчивости системы выполнен только по одному критерию, имеются существенные ошибки в синтезе корректирующих устройств, оценка составляет 16-21 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ системы автоматического управления выполнен в полном объеме, имеются незначительные ошибки в синтезе корректирующих устройств или проверке результатов синтеза, оценка составляет 22-27 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ системы автоматического управления выполнен в полном объеме, синтез корректирующих устройств и проверка результатов синтеза выполнены без ошибок, оценка составляет 28-32 баллов.

3. Шкала оценки

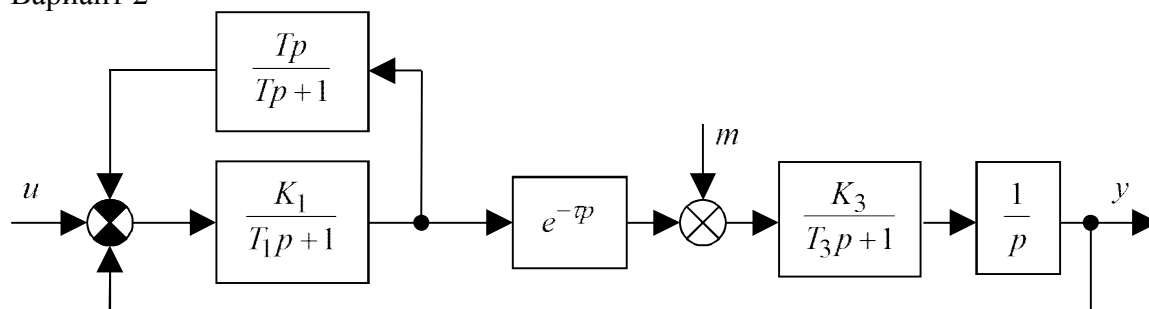
В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

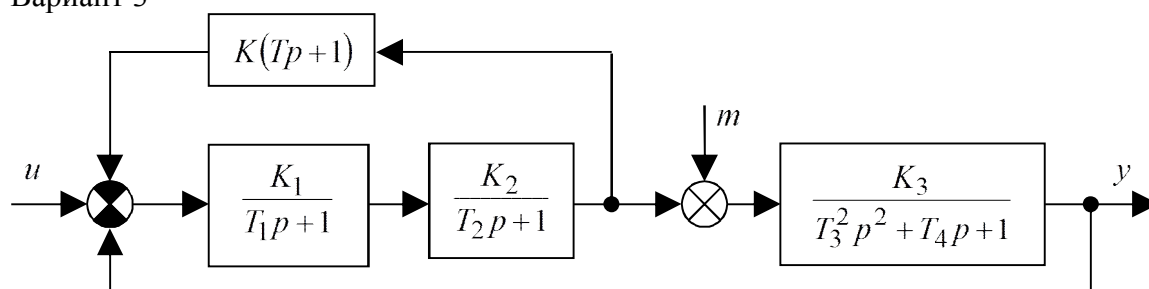
Вариант 1



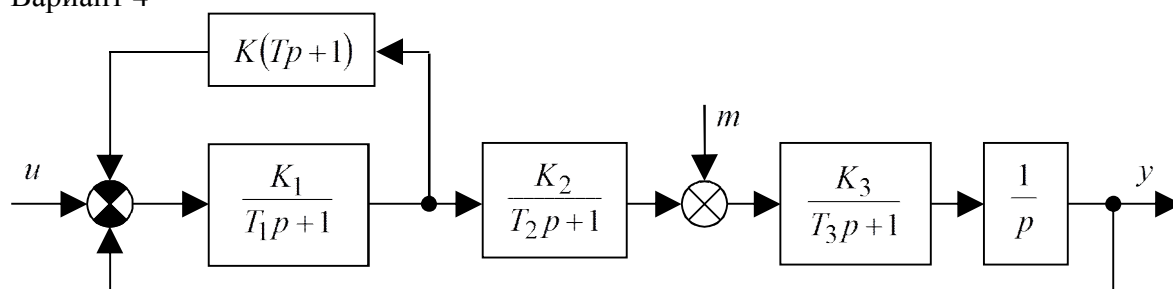
Вариант 2



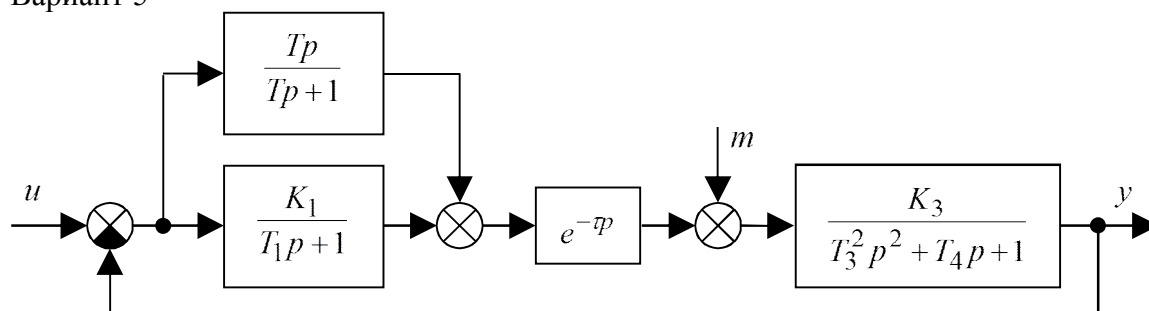
Вариант 3



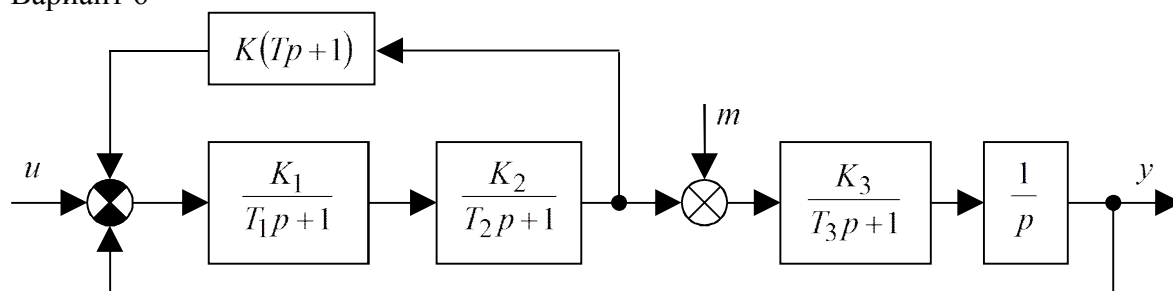
Вариант 4



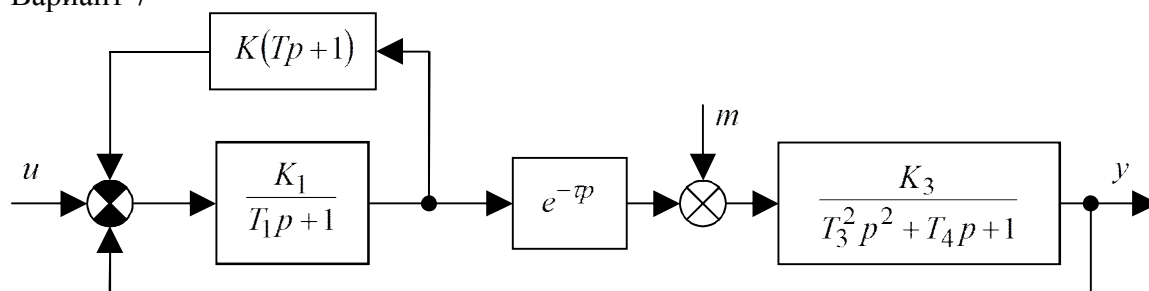
Вариант 5



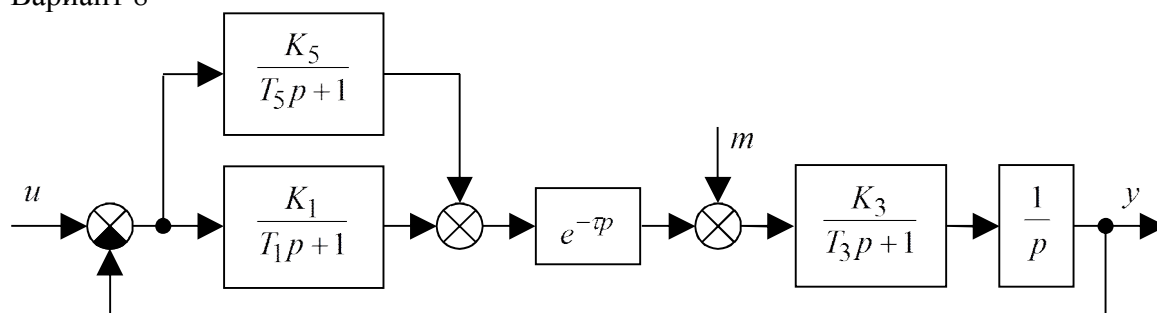
Вариант 6



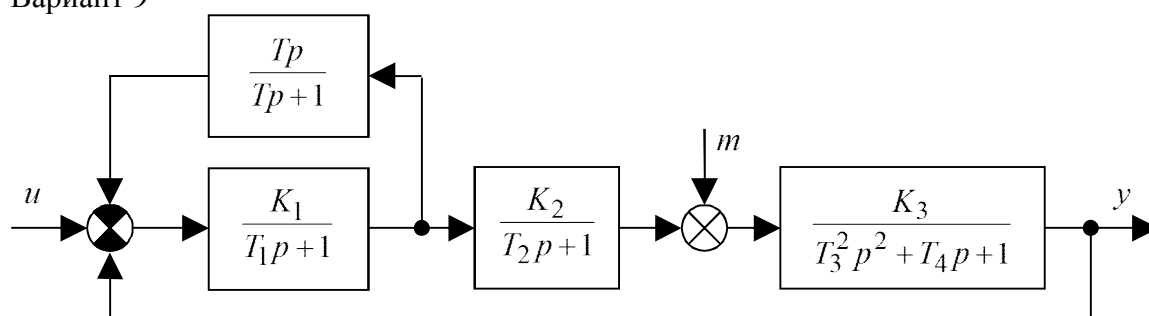
Вариант 7



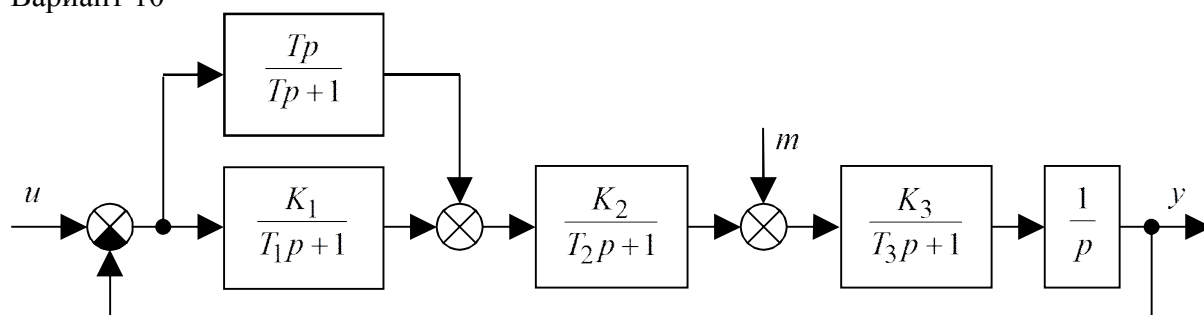
Вариант 8



Вариант 9



Вариант 10



Параметры структурной схемы

Номер варианта	K	K_1	K_2	K_3	K_5	τ	T	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
1	0.15	11	19	1.2	1.1	0.006	0.10	0.015	0.075	0.01	0.025	0.011
2	0.25	10	5	3.0	1.2	0.007	0.11	0.013	0.065	0.02	0.03	0.022
3	0.35	5	25	1.1	1.54	0.008	0.12	0.018	0.051	0.03	0.018	0.033
4	0.44	19	7	1.6	1.68	0.009	0.13	0.04	0.42	0.04	0.01	0.044
5	0.55	8	9	2.3	0.82	0.005	0.03	0.013	0.36	0.05	0.03	0.055
6	0.15	7	5	6.2	0.25	0.008	0.08	0.021	0.28	0.06	0.047	0.066
7	0.16	8.8	3.6	5.5	1.5	0.009	0.22	0.032	0.15	0.07	0.03	0.075
8	0.17	9.5	7.5	2.2	2.35	0.03	0.26	0.041	0.018	0.08	0.016	0.082
9	0.18	11	5	3.2	2.8	0.006	0.35	0.055	0.016	0.09	0.10	0.091
10	0.19	9	2.5	6.1	0.19	0.005	0.07	0.062	0.012	0.075	0.02	0.12
11	0.75	6	4	5.1	4.8	0.004	0.38	0.074	0.013	0.045	0.015	0.13
12	0.66	3	3	19	0.55	0.03	0.04	0.088	0.014	0.025	0.02	0.15
13	0.14	3.9	7	7.5	0.41	0.02	0.18	0.095	0.05	0.015	0.05	0.16
14	0.13	3	11	8.5	0.32	0.01	0.44	0.012	0.043	0.015	0.035	0.17
15	0.85	11	2.7	9	0.014	0.004	0.025	0.032	0.11	0.025	0.025	0.18
16	0.95	14	2.1	11	2.53	0.005	0.53	0.026	0.03	0.013	0.018	0.19
17	0.15	15	3.3	5.0	4.58	0.003	0.56	0.036	0.04	0.03	0.01	0.20
18	0.25	12	1.4	6.0	1.82	0.015	0.08	0.04	0.055	0.035	0.015	0.25
19	0.35	13	4.3	4.5	1.36	0.025	0.06	0.05	0.26	0.04	0.07	0.30
20	0.45	6.5	2.2	8.9	1.28	0.035	0.09	0.06	0.28	0.013	0.02	0.35
21	0.10	9	3	9	1.35	0.025	0.13	0.02	0.1	0.021	0.025	0.035
22	0.15	10	3.1	9.1	1.36	0.028	0.14	0.021	0.15	0.022	0.024	0.041
23	0.20	11	3.2	9.2	1.4	0.03	0.5	0.022	0.14	0.023	0.027	0.042
24	0.25	12	3.3	9.3	1.45	0.008	0.2	0.023	0.11	0.024	0.028	0.043
25	0.30	13	3.4	9.4	1.39	0.0085	0.3	0.024	0.09	0.025	0.029	0.044

Требования к качеству САУ

Номер варианта	Величина ошибки, $\varepsilon(\infty)_{\text{доп}}$	Время регулирования, $T_{\text{рег.доп}}$	Максимальное перерегулирование, $\sigma_{\text{max,доп}}, \%$
1	0.0050	0.75	20
2	0.0052	0.6	20
3	0.0054	0.6	20
4	0.0055	1.2	20
5	0.0057	1.5	20
6	0.0058	1.8	20
7	0.0060	2.1	20
8	0.0062	2.4	25
9	0.0064	2.7	25
10	0.0065	2.25	25
11	0.0068	1.35	25
12	0.0070	0.75	25
13	0.0072	1.5	25
14	0.0074	1.2	25
15	0.0075	1.35	30
16	0.0076	1.5	30
17	0.0078	1.65	30
18	0.0080	0.75	30
19	0.0082	0.9	30
20	0.0083	1.05	30
21	0.0051	1.1	20
22	0.0053	1.3	25
23	0.0056	0.9	30
24	0.0063	0.95	25
25	0.0061	1.08	20

Для астатических САУ $\varepsilon(\infty)_{\text{доп}}$ – скоростная ошибка при скорости изменения входного сигнала $\dot{v} = 1 \text{ c}^{-1}$.

Допустимое количество колебаний: не более 3

Вариант 40

Проверить систему на устойчивость, если

$$W_1(p) = \frac{2}{p+1}, \quad W_2(p) = \frac{1}{5p+1},$$

$$W_3(p) = \frac{50}{4p^2 + p + 1}.$$

