

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ¹
по дисциплине

«Теория автоматического управления»

Направление подготовки	<i>13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»</i>
Направленность (профиль) образовательной программы	<i>Электропривод и автоматика</i>

Обеспечивающее подразделение
<i>Кафедра «ЭПАПУ»</i>

Разработчик ФОС:

Доцент кафедры, кандидат технических
наук, доцент

(должность, степень, ученое звание)

А.С. Гудим

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании кафедры,
протокол № ___ от «___» _____ 2023 г.

Заведующий кафедрой ЭПАПУ _____ С.П. Черный

¹ В данном документе представлены типовые оценочные средства. Полный комплект оценочных средств, включающий все варианты заданий (тестов, контрольных работ и др.), предлагаемых обучающемуся, хранится на кафедре в бумажном и электронном виде.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<p>ОПК-3.1 Знает фундаментальные законы природы, основные физические и математические законы</p> <p>ОПК-3.2 Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера</p> <p>ОПК-3.3 Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач</p>	<p>Знать теоретические основы математического описания элементов автоматизированных систем, математические методы анализа и синтеза систем управления.</p> <p>Уметь применять на практике математические методы анализа систем управления и их отдельных элементов.</p> <p>Владеть навыками анализа и синтеза автоматизированных систем и их элементов с учетом их специфики</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Семестр 4			
Разделы 1 – 4	ОПК-3	Тест	Правильность ответов
Разделы 1 – 4	ОПК-3	Защита лабораторных работ	Аргументированность ответов
Разделы 1 – 4	ОПК-3	Практические занятия	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 1 – 4	ОПК-3	Курсовая работа	Полнота и правильность выполнения задания
Семестр 5			
Разделы 5, 6	ОПК-3	Защита лабораторных работ	Аргументированность ответов
Разделы 5, 6	ОПК-3	Практические занятия	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 5, 6	ОПК-3	РГР	Полнота и правильность выполнения задания
Разделы 5, 6	ОПК-3	Вопросы к экзамену	Полнота и аргументированность ответов

2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
4 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме Зачет с оценкой</i>				
1	Тест	в течение семестра	15 баллов	15 баллов – 91-100 % правильных ответов – высокий уровень знаний; 13 баллов – 71-90 % правильных ответов – достаточно высокий уровень знаний; 10 баллов – 61-70 % правильных ответов – средний уровень знаний; 7 баллов – 51-60 % правильных ответов – низкий уровень знаний; 0 баллов – 0-50 % правильных ответов – очень низкий уровень знаний.
2	Лабораторная работа 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
3	Лабораторная работа 2	в течение семестра	5 баллов	
4	Лабораторная работа 3	в течение семестра	5 баллов	
5	Лабораторная работа 4	в течение семестра	5 баллов	
6	Лабораторная работа 5	в течение семестра	5 баллов	
7	Лабораторная работа 6	в течение семестра	5 баллов	
8	Лабораторная работа 7	в течение семестра	5 баллов	
9	Практическое задание 1	в течение семестра	5 баллов	
10	Практическое задание 2	в течение семестра	5 баллов	
11	Практическое задание 3	в течение семестра	5 баллов	
12	Практическое задание 4.	в течение семестра	5 баллов	
13	Практическое задание 5	в течение семестра	5 баллов	
14	Практическое задание 6.	в течение семестра	5 баллов	
15	Практическое задание 7	в течение семестра	5 баллов	
16	Практическое задание 8	в течение семестра	5 баллов	
17	Практическое задание 9	в течение семестра	5 баллов	
18	Практическое задание 10	в течение семестра	5 баллов	
ИТОГО:		-	100 баллов	
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно»				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
	(недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)			

4 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме КР</i>				
По результатам защиты курсового проекта (работы) выставляется оценка по 4-балльной шкале оценивания				
- оценка <i>«отлично»</i> выставляется студенту, если в работе содержатся элементы научного творчества и делаются самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;				
- оценка <i>«хорошо»</i> выставляется студенту, если в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;				
- оценка <i>«удовлетворительно»</i> выставляется студенту, если в работе достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления отчета в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство поставленных вопросов по теме работы;				
- оценка <i>«неудовлетворительно»</i> выставляется студенту, если в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме работы.				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме Экзамен</i>				
1	Лабораторная работа 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовле-
2	Лабораторная работа 2	в течение семестра	5 баллов	
3	Лабораторная работа 3	в течение семестра	5 баллов	
4	Лабораторная работа 4	в течение семестра	5 баллов	
5	Лабораторная работа 5	в течение семестра	5 баллов	
6	Лабораторная работа 6	в течение семестра	5 баллов	

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
7	Лабораторная работа 7	в течение семестра	5 баллов	творительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
8	Практическое задание 1	в течение семестра	5 баллов	
9	Практическое задание 2	в течение семестра	5 баллов	
10	Практическое задание 3.	в течение семестра	5 баллов	
11	Практическое задание 4.	в течение семестра	5 баллов	
12	Практическое задание 5	в течение семестра	5 баллов	
13	Практическое задание 6.	в течение семестра	5 баллов	
14	Практическое задание 7.	в течение семестра	5 баллов	30 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 20 баллов – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 10 балл – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
15	РГР	в течение семестра	30 баллов	
Текущий контроль:		-	100 баллов	-
Экзамен:		-	75 баллов	75 – студент привел полные и точные ответы на 2 вопроса экзаменационного билета, свободно владеет основными терминами и понятиями курса, последовательно и логично излагает материала курса, сделал законченные выводы и обобщения по теме вопросов, привел исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы. 50 – студент привел полные и точные ответы на 2 вопроса экзаменационного билета, показал знание основных терминов и понятий курса; последовательно излагает мате-

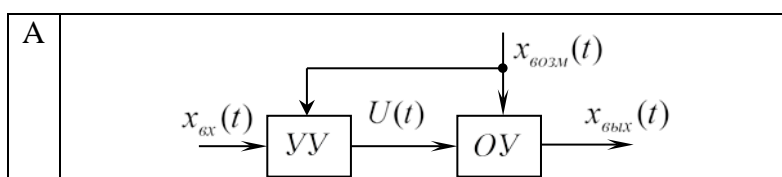
	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				риала курса; умеет формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; привел достаточно полные ответы на дополнительные вопросы. 25 – студент привел полные и точные ответы на 1 вопрос экзаменационного билета, показал удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса, недостаточно последовательно излагает материал курса, умеет формулировать отдельные выводы и обобщения по теме дополнительных вопросов. 0 – студент правильно не ответил на один вопрос экзаменационного билета, не освоил обязательного минимума знаний.
	ИТОГО:	-	175 баллов	-
Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)				

1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

3.1 Задания для текущего контроля успеваемости

Пример теста

- Система автоматического регулирования является линейной, если:
 - все сигналы в системе изменяются во времени по линейному закону;
 - для системы выполняется принцип суперпозиции;
 - зависимость между значениями всех параметров системы и величиной ее входного сигнала линейная;
 - все параметры системы изменяются во времени по линейному закону.
- Поставьте в соответствие приведенные структуры систем автоматического управления и указанные варианты их классификации.



К	разомкнутая система
---	---------------------

В		Л	система с управлением по отклонению (с обратной связью)
С		М	система с компенсацией возмущения
D		N	система комбинированного управления

3. Система автоматического регулирования является стационарной, если:
- 3.1. входной сигналы системы не изменяется во времени;
 - 3.2. реакция системы на единичный ступенчатый воздействие представляет собой линейно нарастающий сигнал;
 - 3.3. все параметры системы стабильны;
 - 3.4. значение сигнала ошибки в установившемся режиме равно нулю.

4. Деление систем автоматического регулирования на статические и астатические осуществляется в зависимости от:
- 4.1. значения сигнала ошибки в установившемся режиме;
 - 4.2. динамических характеристик системы;
 - 4.2. значений «нулей» передаточной функции разомкнутой системы;
 - 4.4. значений «полюсов» передаточной функции замкнутой системы.

5. Поставьте в соответствие тип системы и характеристику входного сигнала системы.

А	система стабилизации	D	входной сигнал – заранее определенная функция времени
В	система программного регулирования	E	входной сигнал – заранее неопределенная, зачастую случайная функция времени
С	следающая система	F	входной сигнал – константа (не изменяется во времени)

6. Поставьте в соответствие приведенные оригиналы $x(t)$ и изображения по Лапласу $x(p)$ типовых сигналов системы автоматического регулирования.

А	$x(t) = 1(t)$	К	$x(p) = \frac{\omega}{(p + \alpha)^2 + \omega^2}$
---	---------------	---	---

B	$x(t) = \alpha t$	L	$x(p) = \frac{1}{p}$
C	$x(t) = e^{-\alpha t} \sin(\omega t)$	M	$x(p) = \frac{\alpha \omega}{p^2 + \omega^2}$
D	$x(t) = \alpha \sin \omega t$	N	$x(p) = \frac{1}{p + \alpha}$
F	$x(t) = e^{-\alpha t}$	O	$x(p) = \frac{\alpha}{p^2}$

7. Передаточная функция системы автоматического регулирования - это:

- 7.1. реакция системы на единичное ступенчатое входное воздействие;
- 7.2. отношение изображений Фурье выходного и входного сигналов;
- 7.3 отношение изображения по Лапласу выходного сигнала к изображению по Лапласу входного сигнала при нулевых начальных условиях;
- 7.4. отношение выходного и входного сигналов при подаче на вход системы гармонического воздействия.

8. Передаточная функция замкнутой системы автоматического регулирования по ошибке равна:

- 8.1. отношению амплитуд выходного сигнала и сигнала ошибки при подаче на вход системы гармонического воздействия;
- 8.2. отношению изображений Фурье сигнала ошибки регулирования и входного сигнала;
- 8.3 отношению изображения по Лапласу сигнала ошибки регулирования к изображению по Лапласу входного сигнала при нулевых начальных условиях;
- 8.4. отношению изображения по Лапласу выходного сигнала к изображению по Лапласу сигнала ошибки регулирования при нулевых начальных условиях.

9. Передаточная функция замкнутой системы автоматического регулирования в разомкнутом состоянии равна:

- 9.1. передаточной функции прямого канала системы;
- 9.2. произведению передаточных функций прямого канала и канала обратной связи системы;
- 9.3. передаточной функции канала обратной связи системы;
- 9.4. отношению передаточных функций прямого канала и канала обратной связи системы.

10. Дифференциальному уравнению вида

$$a_3 \frac{d^3 x_{\text{вых}}(t)}{dt^3} + a_2 \frac{d^2 x_{\text{вых}}(t)}{dt^2} + a_1 \frac{dx_{\text{вых}}(t)}{dt} + a_0 x_{\text{вых}}(t) = b_2 \frac{d^2 x_{\text{вх}}(t)}{dt^2} + b_1 \frac{dx_{\text{вх}}(t)}{dt} + b_0 x_{\text{вх}}(t)$$

соответствует передаточная функция:

$$10.1. W(p) = \frac{a_3 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0}{b_2 p^2 + b_1 p + b_0};$$

$$10.2. W(p) = \frac{b_2 p^2 + b_1 p + b_0}{a_3 p^3 + (a_2 + b_2) p^2 + (a_1 + b_1) p + (a_0 + b_0)};$$

$$10.3. W(p) = \frac{b_2 p^2 + b_1 p + b_0}{a_3 p^3 + (a_2 - b_2) p^2 + (a_1 - b_1) p + (a_0 - b_0)};$$

$$10.4. W(p) = \frac{b_2 p^2 + b_1 p + b_0}{a_3 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + a_0}.$$

11. Для линейной системы автоматического регулирования зависимость передаточной функции $W(p) = \frac{x_{вых}(p)}{x_{вх}(p)}$ от входного сигнала системы:

- 11.1. пропорциональная;
- 11.2. обратно пропорциональная;
- 11.3. передаточной функции линейной системы не зависит от входного сигнала;
- 11.4. определяется порядком передаточной функции.

12. Порядок системы автоматического регулирования определяется:

- 12.1. количеством нулей передаточной функции системы;
- 12.2. количеством элементарных звеньев, входящих в систему;
- 12.3. количеством полюсов передаточной функции системы;
- 12.4. суммарным числом различных управляющих и возмущающих воздействий, приложенных к системе.

13. Физическая реализуемость передаточной функции системы автоматического регулирования предполагает следующее соотношение между количеством ее нулей (m) и полюсов (n):

- 13.1. $n < m$
- 13.2. $n = m$
- 13.3. $n \geq m$
- 13.4. не зависит от соотношения m и n .

14. Временные характеристики системы автоматического регулирования:

- 14.1. представляют собой функции времени, описывающие реакции системы на определенные тестирующие входные сигналы;
- 14.2. определяют закон изменения параметров системы во времени;
- 14.3. определяют закон изменения входного сигнала системы во времени;
- 14.4. представляют собой закон изменения значений «полюсов» передаточной функции системы во времени.

15. Переходная функция системы автоматического регулирования – это:

- 15.1. показатель, характеризующий уровень помехоустойчивости системы;
- 15.2. отношение изображения по Лапласу выходного сигнала системы к изображению по Лапласу входного сигнала при нулевых начальных условиях;
- 15.3. функция времени, определяющая закон изменения входного сигнала системы;
- 15.4. реакция системы на единичный ступенчатый входной сигнал.

16. Функция веса системы автоматического регулирования – это:

- 16.1. показатель, определяемый числом элементарных звеньев, образующих данную систему;
- 16.2. показатель, характеризующий наличие в системе перекрестных связей;
- 16.3. реакция системы на единичную импульсную функцию;
- 16.4. интегральный критерий, равный разности между числом нулей и полюсов передаточной функции системы.

17. Укажите зависимость между переходной функцией $h(t)$ системы и её функцией веса $w(t)$.

17.1. $w(t) = \frac{dh(t)}{dt}$;

17.2. $w(t) = \frac{1}{h(t)}$;

17.3. $w(t) = t \cdot h(t)$;

17.4. $w(t) = \int h(t)dt$.

18. Амплитудно-частотная характеристика линейной системы автоматического регулирования:

18.1. характеризует изменение амплитуды выходного сигнала системы;

18.2. определяет соотношение амплитуд входного гармонического сигнала и гармонического сигнала, установившегося на выходе системы, при изменении частоты входного сигнала;

18.3. устанавливает закон изменения амплитуды и частоты входного сигнала системы;

18.4. определяет максимальное значение частоты выходного сигнала.

19. Передаточная функция $W(p) = e^{-\tau p}$ соответствует:

19.1. колебательному звену;

19.2. консервативному звену;

19.3. реальному дифференцирующему звену;

19.4. звену чистого запаздывания.

20. Последовательное включение в разомкнутую систему автоматического регулирования звена чистого запаздывания приведет к изменению:

20.1. переходной функции и логарифмической амплитудно-частотной характеристики системы;

20.2. переходной функции и фазо-частотной характеристики системы;

20.3. фазо-частотной и логарифмической амплитудно-частотной характеристик системы;

20.4. только логарифмической амплитудно-частотной характеристики системы.

Задания для защиты лабораторных работ

4 семестр

Лабораторная работа 1. Моделирование элементарных звеньев и МРС в среде MATLAB

1) Дайте определение передаточной функции МРС, амплитудно- и фазо-частотной характеристикам МРС.

2) Как связаны передаточная функция и амплитудно-фазочастотная характеристика МРС?

3) Как связаны амплитудно-фазочастотная характеристика МРС с амплитудно-частотной характеристикой и фазо-частотной характеристикой МРС?

4) Как зависит передаточной функции линейной МРС от вида входного сигнала?

5) Как связаны амплитудно- частотная и логарифмическая амплитудно- частотная характеристикам МРС?

6) Запишите передаточные функции элементарных звеньев (), приведите их частотные характеристики.

Лабораторная работа 2 (реализуется в форме практической подготовки). Применение для оценки устойчивости критериев Михайлова и Найквиста

- 1) В чем принципиальное отличие критериев Михайлова и Найквиста?
- 2) Сформулируйте принцип аргумента.
- 3) Сформулируйте необходимое условие устойчивости замкнутой МРС по Михайлову.
- 4) Сформулируйте достаточное условие устойчивости замкнутой МРС по Найквисту, если для оценки устойчивости используется амплитудно-фазочастотная характеристика разомкнутой МРС
- 5) Сформулируйте достаточное условие устойчивости замкнутой МРС по Найквисту, если для оценки устойчивости используются логарифмическая амплитудно-частотная и фазочастотная характеристика разомкнутой МРС.
- 6) как измеряются запасы устойчивости МРС по амплитуде и по фазе?

Лабораторная работа 3 (реализуется в форме практической подготовки). Определение динамических показателей по переходной функции МРС

- 1) Какие показатели используются для оценки динамических показателей МРС по её переходной функции?
- 2) Какие показатели используются для оценки динамических показателей МРС по её нормированной амплитудно-частотной характеристике?
- 3) Что такое корневые оценки качества регулирования?
- 4) Что такое интегральные оценки качества регулирования? Назовите их, укажите области применения.

Лабораторная работа 4. Моделирование МРС, реализующих принцип комбинированного управления

- 1) Назовите способы повышения точности МРС.
- 2) Укажите ограничения, связанные с повышением точности МРС за счет увеличения коэффициента усиления и порядка астатизма МРС.
- 3) В чем достоинство способа повышения точности МРС при использовании принципа комбинированного регулирования и в чем его недостатки?
- 4) Приведите вид структур МРС, реализующие принцип комбинированного управления.
- 5) Каков порядок астатизма системы абсолютно инвариантной по управляющему воздействию?
- 6) В чем отличие абсолютной инвариантности системы от частичной инвариантности?

Лабораторная работа 5 (реализуется в форме практической подготовки). Моделирование МРС с последовательными корректирующими звеньями

- 1) Запишите выражение, по которому рассчитывается логарифмическая амплитудно-частотная характеристика последовательного корректирующего звена.
- 2) Укажите последовательность построения логарифмической амплитудно-частотной характеристики скорректированной системы.
- 3) Что определяет вид логарифмической амплитудно-частотной характеристики скорректированной системы в области низких частот?
- 4) Что определяет вид логарифмической амплитудно-частотной характеристики скорректированной системы в среднечастотном диапазоне?
- 5) За счет чего может быть упрощена передаточная функция последовательного корректирующего звена.

Лабораторная работа 6. Моделирование МРС с параллельными корректирующими звеньями

- 1) Запишите выражения, по которым рассчитывается логарифмическая амплитудно-частотная характеристика последовательного корректирующего звена.
- 2) Укажите последовательность построения логарифмической амплитудно-частотной характеристики скорректированной системы.
- 3) Что определяет вид логарифмической амплитудно-частотной характеристики скорректированной системы в области низких частот?
- 4) Что определяет вид логарифмической амплитудно-частотной характеристики скорректированной системы в среднечастотном диапазоне?

5) Проведите сравнительный анализ последовательной и параллельной коррекции МРС.

Лабораторная работа 7. Коррекция МРС звеньями на базе операционных усилителей

1) Проведите сравнительный анализ коррекция МРС звеньями на базе операционных усилителей и с использование пассивных RC-четырёхполюсников.

2) Приведите схемы корректирующих звеньев на базе операционных усилителей, реализующих передаточные функции интегро-дифференцирующего звена, ПИ-регулятора, ПИД-регулятора.

5 семестр

Лабораторная работа 1. Исследование моделей многомерных МРС

1) Приведите в общем виде уравнения многомерной МРС.

2) Дайте определение стационарной и нестационарной многомерной МРС.

3) Получите уравнения параллельного соединения многомерных систем.

4) Дайте определение свободного и вынужденного движения многомерной МРС.

5) Дайте определение фундаментальной матрицы.

6) Дайте определение переходной матрицы.

7) Опишите алгоритм решения задачи анализа выходных процессов для стационарных многомерных МРС с помощью фундаментальной матрицы.

Лабораторная работа 2. Определение управляемости и наблюдаемости многомерной МРС

1) Разъясните суть процедуры диагонализации.

2) К каким наиболее существенным изменениям приводит процедура диагонализации линейной системы управления?

3) Дайте определение управляемой системы.

4) Сформулируйте критерий управляемости Гильберта.

5) Сформулируйте критерий управляемости для случая кратных собственных значений матрицы коэффициентов системы.

6) Сформулировать критерий управляемости на основе разложения матричной экспоненты.

7). Дайте определение управляемости по выходу.

8) Сформулируйте критерий управляемости по выходу.

Лабораторная работа 3. Исследование моделей многомерных МРС

1) Опишите процедуру получение моделей МРС в пространстве состояний по заданным скалярным передаточным функциям.

2) Опишите процедуру получение скалярных передаточных функций на основе дискретной модели МРС в пространстве состояний.

3) Опишите процедуру получение скалярных передаточных функций на основе непрерывной модели МРС в пространстве состояний.

Лабораторная работа 4. Исследование моделей нелинейной МРС

1) Сформулируйте принцип суперпозиции.

2) Приведите виды статических характеристик типовых нелинейных элементов МРС

3) Назовите ограничение на использование метода фазовой плоскости.

4) В чем суть метода гармонической линеаризации? В чем ограничение на использование этого метода?

Лабораторная работа 5 (реализуется в форме практической подготовки). Определение параметров и устойчивости автоколебательных режимов в нелинейных МРС

1) Дайте определение автоколебательному режиму в нелинейных системах.

2) Назовите способы определения параметров автоколебательного режима.

3) Опишите процедуру определения параметров автоколебательного режима, основанную на методе гармонической линеаризации нелинейного элемента и критерии Найквиста.

Лабораторная работа 6. Проверка условий абсолютной устойчивости на моделях нелинейных МРС

- 1) Что называется модифицированной амплитудно-фазочастотной характеристикой?
- 2) Опишите процедуру оценки абсолютной устойчивости с помощью критерия Попова.
- 3) Сформулируйте критерий абсолютной устойчивости равновесия нелинейной МРС.

Лабораторная работа 7. Исследование вопросов коррекции нелинейных МРС

- 1) Как может быть устранено негативное влияние нелинейного элемента за счет изменения параметров линейной части МРС?
- 2) Сформулируйте основные положения метода коррекции, основанного на применении обратных нелинейностей.
- 3) Как может быть устранено негативное влияние нелинейного элемента за счет введения дополнительных линейных обратных связей?

Задания практических работ

4 семестр

- Практическое занятие 1. Передаточные функции элементарных звеньев
- Практическое занятие 2. Правила построения кусочно-асимптотических логарифмических амплитудно-частотных характеристик по передаточным функциям МРС
- Практическое занятие 3. Расчет корневых оценок запасов устойчивости
- Практическое занятие 4 (реализуется в форме практической подготовки). Оценка устойчивости МРС, содержащих звенья чистого запаздывания
- Практическое занятие 5. Расчет показателя качества регулирования следящих систем по частотным характеристикам
- Практическое занятие 6. Оценка порядка астатизма системы. Способы повышения точности МРС
- Практическое занятие 7. Построение асимптотической желаемой логарифмической амплитудно-частотной характеристики
- Практическое занятие 8. Определение передаточной функции параллельного корректирующего звена с учетом требований к его аппаратной реализации
- Практическое занятие 9. Решение задачи параллельной коррекции для систем различной структуры
- Практическое занятие 10. Расчет параметров корректирующих звеньев.

5 семестр

- Практическое занятие 1 (реализуется в форме практической подготовки). Составление детализированной структурной схемы МРС методами прямого, непосредственного, последовательного и параллельного программирования
- Практическое занятие 2. Расчет матриц коэффициентов, управления и наблюдения МРС заданной структуры. Вычислений фундаментальной матрицы
- Практическое занятие 3. Применение методов вычисления фундаментальной матрицы
- Практическое занятие 4 (реализуется в форме практической подготовки). Построение фазовых траекторий. Классификация особых точек.
- Практическое занятие 5. Определение наличия в системе автоколебаний, вычисление их параметров (на основе метода гармонической линеаризации нелинейного элемента)
- Практическое занятие 6. Частотный способ анализа устойчивости. Процедура проверки абсолютной устойчивости
- Практическое занятие 7. Расчет регуляторов, обеспечивающих заданное качество переходных процессов в замкнутой нелинейной МРС.

КУРСОВАЯ РАБОТА

Исходные данные для выполнения курсовой работы

1. Проанализировать устойчивость замкнутой системы, используя прямой метод оценки устойчивости и произвольно выбранный критерий устойчивости.
2. Провести синтез последовательного и параллельного корректирующих звеньев, обеспечивающих следующие показатели качества процесса регулирования в скорректированной системе:
 - а) перерегулирование $\sigma \leq 20\%$;
 - б) длительность переходного процесса, не превышающую значения $t_{рег}$, в соответствии с вариантом задания;
 - в) величину ошибки по положению (ошибки по скорости), не превышающую значения в соответствии с вариантом задания.
3. Определить критическое время запаздывания, при котором скорректированная система будет находиться на границе устойчивости.
4. Описать нескорректированную систему в пространстве состояний

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Исходные данные для выполнения расчетно-графической работы

1. Исследовать динамические режимы нелинейной системы методом фазовой плоскости для заданной статической характеристики нелинейного элемента и передаточной функции линейной части системы.
2. Оценить динамические свойства системы в свободном движении.
3. Определить наличие автоколебаний в системе, оценить их устойчивость и рассчитать параметры.

3.2 Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к экзамену

1. Классификация систем автоматического управления.
2. Принципы линеаризации систем автоматического управления.
3. Использование дифференциальных и операторных уравнений при описании систем автоматического управления. Основные свойства преобразования Лапласа.
4. Передаточные функции систем автоматического управления.
5. Временные характеристики систем автоматического управления.
6. Частотные характеристики систем автоматического управления.
7. Характеристики пропорционального звена
8. Характеристики идеального дифференцирующего звена.
9. Характеристики апериодического звена первого порядка.
10. Характеристики реального дифференцирующего звена.
11. Характеристики инерционного звена второго порядка.
12. Характеристики звена чистого запаздывания.
13. Характеристики интегро-дифференцирующего звена.
14. Характеристики пропорционально-интегрирующего звена.
15. Эквивалентные преобразования структурных схем линейных систем автоматического управления.
16. Понятие устойчивости линейных систем автоматического управления. Необходимое и достаточное условия устойчивости. Прямой метод оценки устойчивости.
17. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица.
18. Частотный критерий устойчивости Михайлова. Принцип аргумента.
19. Частотный критерий устойчивости Найквиста.
20. Устойчивость систем с запаздыванием.
21. Оценка качества процесса регулирования по переходной характеристике системы.
22. Частотные критерии качества.

23. Корневые критерии качества.
24. Интегральные критерии качества.
25. Оценка точности систем автоматического управления. Статические и астатические системы.
26. Коэффициенты ошибки системы.
27. Системы комбинированного управления.
28. Типы корректирующих звеньев в системах автоматического управления.
29. Частотный метод синтеза корректирующих устройств.
30. Последовательные корректирующие устройства..
31. Параллельные корректирующие устройства.
32. Техническая реализация корректирующих устройств.
33. Особенности нелинейных систем и методы их анализа.
34. Исследование нелинейных систем на фазовой плоскости.
35. Метод гармонической линеаризации нелинейных звеньев.
36. Методы определения параметров автоколебаний.