

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Теория автоматического управления**

: 13.03.02

: 3, : 5 6

		<b>5</b>	<b>6</b>
<b>1</b>	( )	5	4
<b>2</b>		180	144
<b>3</b>	, .	84	81
<b>4</b>	, .	36	36
<b>5</b>	, .	18	18
<b>6</b>	, .	18	18
<b>7</b>	, .	36	0
<b>8</b>	, .	2	2
<b>9</b>	, .	10	7
<b>10</b>	, .	96	63
<b>11</b>	( , , )		
<b>12</b>			

( ): 13.03.02

955 03.09.2015 ., : 25.09.2015 .

: 1,

( ): 13.03.02

, 5 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

, . . . . .

:

, . . . . .

:

. . .

# 1.

1.1

<b>Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; в части следующих результатов обучения:</b>	
5.	- , , ,
<b>Компетенция ФГОС: ПК.7 готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике; в части следующих результатов обучения:</b>	
3.	,
2.	
5.	, ,

# 2.

2.1

( , , , )	
-----------	--

<b>.7. 3</b>	,
1.знать типовые пакеты прикладных программ анализа динамических систем	; ; ;
<b>.2. 5</b>	- , , ,
2.знать логические основы функционирования, моделирования и анализа систем автоматического управления (САУ) во временной и частотной областях	; ; ;
<b>.7. 2</b>	
3.уметь проводить анализ САУ, оценивать статические и динамические характеристики	; ; ;
<b>.7. 5</b>	, ,
4.уметь строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления (САУ)	; ; ;
<b>.7. 3</b>	,
5.знать современные методы анализа и синтеза САУ, обеспечивающие требуемые показатели качества регулирования	; ; ;
<b>.2. 5</b>	- , , ,

6.знать управляемые выходные переменные управляющие и регулирующие воздействия, статические и динамические свойства технологических объектов управления в электротехнике и энергетике	;	;
<b>.7. 5</b>		
7.уметь рассчитывать основные качественные показатели САУ, выполнять анализ ее устойчивости, синтез регуляторов	;	;
<b>.7. 2</b>		
8.уметь выполнять анализ технологических процессов и оборудования как объектов управления и автоматизации	;	;

### 3.

3.1

	,	.	
<b>: 5</b>			
:			
1.	0	4	2, 6
:			
2.	0	6	1, 2, 4, 6
3.	0	4	2, 4, 6
4.	0	4	4, 6, 7
:			
5.	0	8	2, 3, 5, 7
:			
6.	0	6	2, 3, 7
:			
9.	0	4	2, 5, 7
<b>: 6</b>			
:			
8.	0	4	1, 6
9.	0	4	1, 3, 4, 6
10.	0	4	1, 2, 3, 4
11.	0	2	1, 3, 4, 6
:			
12.	0	2	2, 4

13.	0	6	1, 2, 4, 8
14.	0	4	2, 3, 5, 7
15.	0	2	2, 3, 7
16.	0	2	5, 7
:			
17.	0	2	1, 3
18.	0	2	2, 3
19.	0	2	5, 7

3.2

		,	.		
: 5					
:					
1.	1	4	4	1, 4, 6, 7	( )
:					
2.	2	4	4	1, 2, 3, 7	( )
:					

3. 3	4	4	1, 2, 5, 7	. ,  ( )
4. 4	6	6	1, 2, 5, 7	. ,  ( )
: 6				
:				
5. 6	0	4	1, 2, 6	. ( ),  -

6. 7	0	4	1, 2, 3, 4, 6	
7. 8	0	4	1, 2, 3, 4	
:				
8. 9	0	6	2, 3, 7	

3.3

: 5				
:				
1.	2	2	4	

2.	2	2	4	,
3.	4	4	4	,
:				
4.	4	4	2, 3, 5, 7	.
:				
5.	2	2	2, 3, 7	.
:				
6.	4	4	5, 7	( )
: 6				
:				
7.	0	2	6	.
8.	0	4	1, 3, 4, 6	2-
9.	0	4	1, 2, 3, 4	3-
10.	0	2	1, 3, 4, 6	.
:				

11.	0	2	1, 2, 4, 8	
12.	0	2	2, 3, 5, 7	
13.	0	2	2, 3, 7	

4.

<b>: 5</b>				
1		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	50	8
<p> : . . . [ . . . ]. 3 :  - . . . / . . . ; . . . - . . .  , [2013]. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179156">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179156</a>. -  . . . [ . . . ]. 2 :  - / . . . ; . . . - . . .  , [2013]. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179088">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179088</a>. -  . . . [ . . . ]. 1 :  - / . . . ; . . . - . . .  , [2011]. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164529">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164529</a>. - </p>				
2		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	36	0
<p> ), (10 .), (18 .), (50 .). (18) </p> <p> : . . . [ . . . ]. 3 :  - . . . / . . . ; . . . - . . .  , [2013]. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179156">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179156</a>. -  . . . [ . . . ]. 2 :  - / . . . ; . . . - . . .  , [2013]. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179088">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179088</a>. -  . . . [ . . . ]. 1 :  - / . . . ; . . . - . . .  , [2011]. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164529">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164529</a>. - </p>				
3		2, 3, 5	10	2



--	--

6.

( ),

-  
15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

<b>: 5</b>		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	0	
<i>Лекция:</i>	0	
<i>Лабораторная:</i>	4	10
-		
<i>Практические занятия:</i>	3	5
-		
<i>Курсовая работа: Итого</i>	0	45
<small>( ) " " [ ] 1. 1: / . . ; . . . . . , [2011]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164529. -</small>		
<i>Экзамен:</i>	20	40
-		
<b>: 6</b>		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	0	
<i>Лабораторная:</i>	4	10
<i>Практические занятия:</i>	3	5
<i>РГЗ:</i>	23	45
<i>Экзамен:</i>	20	40

6.2

6.2

			/	
<b>.2</b>	5.	-	+	+
<b>.7</b>	3.	,	+	+
	2.		+	+
	5.	,	+	+

## 7.

1. Аносов В. Н. Программа Matlab 6.5 / Simulink 5 : учебное пособие / В. Н. Аносов, В. В. Наумов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 102, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2007/anoss.rar>
2. Востриков А. С. Теория автоматического регулирования : [учебное пособие для вузов по направлениям 550200, 651900 - "Автоматизация и управление"] / А. С. Востриков, Г. А. Французова. - Новосибирск, 2006. - 367 с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000059938](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000059938)
3. Востриков А. С. Основы теории непрерывных и дискретных систем регулирования : учебное пособие / А. С. Востриков, Г. А. Французова, Е. Б. Гаврилов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 476 с.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/vostrikov.pdf>. - Инновационная образовательная программа НГТУ «Высокие технологии».

1. Панкратов В. В. Специальные разделы теории автоматического управления. Ч. 2 / В. В. Панкратов, О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - 102, [2] с. : ил., схемы. - Режим доступа: [http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2005/05\\_pankratov.rar](http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2005/05_pankratov.rar)
2. Панкратов В. В. Специальные разделы современной теории автоматического управления / В. В. Панкратов, Е. А. Зима, О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 218, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2007/pankratov.pdf>. - Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии".

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

## 8.

## 8.1

1. Аносов В. Н. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]. Часть 1 : электронный учебно-методический комплекс / В. Н. Аносов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000164529](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164529). - Загл. с экрана.
2. Аносов В. Н. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]. Часть 2 : электронный учебно-методический комплекс / В. Н. Аносов, В. В. Наумов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000179088](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179088). - Загл. с экрана.
3. Аносов В. Н. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]. Часть 3 : электронный учебно-методический комплекс / В. Н. Аносов, В. В. Наумов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000179156](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179156). - Загл. с экрана.

4. Кучер Е. С. Теория нелинейных и специальных систем управления [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. С. Кучер, В. В. Панкратов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000183039](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000183039). - Загл. с экрана.
5. Теория автоматического управления : контрольные работы и методические указания к ним для студентов заочного факультета и института дистанционного образования (направления 140400, 220700) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Н. Аносов, В. В. Наумов ]. - Новосибирск, 2011. - 48 с. : ил., табл.. - Режим доступа: [http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2011/11\\_3956.pdf](http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2011/11_3956.pdf)
6. Теория автоматического управления : методические указания к лабораторным работам № 1-5 для студентов 3-4 курсов электромеханического факультета всех форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Н. Аносов, В. В. Наумов]. - Новосибирск, 2004. - 61 с. : ил.. - Режим доступа: [http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2004\\_2644.rar](http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2004/2004_2644.rar)
7. Теория автоматического управления : методические указания к лабораторным работам № 6-9 факультета мехатроники и автоматизации заочного факультета и института дистанционного образования / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. Н. Аносов, В. В. Наумов]. - Новосибирск, 2010. - 57, [1] с. : ил.. - Режим доступа: [http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2010/2010\\_3761.pdf](http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2010/2010_3761.pdf)

## 8.2

- 1 Matlab Simulink
- 2 MATLAB SimPowerSystem
- 3 MATLAB Control System Toolbox

## 9.

-

1	( Internet )	Internet



### 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Теория автоматического управления 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.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	з5. знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	<p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА РАБОТА №2 Исследование устойчивости линейных систем автоматического управления</p> <p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 Переходные характеристики типовых линейных устойчивых звеньев систем автоматического управления</p> <p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 Исследование нелинейной системы автоматического управления третьего порядка. Абсолютная устойчивость нелинейных САУ Анализ качества импульсных систем Качество линейных САУ в установившемся и переходном режимах Коррекция линейных САУ</p> <p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 Синтез параллельных корректирующих устройств линейных систем автоматического управления</p> <p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 Синтез последовательных корректирующих устройств линейных систем автоматического управления</p> <p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 Исследование статических характеристик нелинейных звеньев. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 Исследование нелинейной системы автоматического управления второго порядка. Линейные импульсные САУ Математическое описание линейных импульсных систем . Математическое описание САУ Метод фазовой плоскости Нелинейные САУ и особенности их исследования в статике и динамике Основные понятия и определения, Принципы и алгоритмы управления. Основы метода гармонической линеаризации</p>	Курсовая работа, разделы 1, 2, 3; РГЗ, разделы 4.1, 4.2, 4.3, 4.4	Экзамен (5 сем.), вопросы 1- 97; Экзамен (6 сем.), вопросы 1- 108

		Структурные схемы САУ Типовые звенья САУ и их характеристики. Устойчивость импульсных систем Устойчивость линейных САУ. Устойчивость линейных САУ. Алгебраические и частотные критерии устойчивости.		
ПК.7/ПТ готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	з3. знать современные методы анализа и синтеза САУ, обеспечивающие требуемые показатели качества регулирования	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА РАБОТА №2 Исследование устойчивости линейных систем автоматического управления ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 Переходные характеристики типовых линейных устойчивых звеньев систем автоматического управления ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 Исследование нелинейной системы автоматического управления третьего порядка. Коррекция линейных САУ ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 Синтез параллельных корректирующих устройств линейных систем автоматического управления ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 Синтез последовательных корректирующих устройств линейных систем автоматического управления ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 Исследование статических характеристик нелинейных звеньев. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 Исследование нелинейной системы автоматического управления второго порядка. Математическое описание линейных импульсных систем . Математическое описание САУ Метод фазовой плоскости Основы метода гармонической линеаризации Синтез импульсных САУ Устойчивость импульсных систем Устойчивость линейных САУ. Устойчивость линейных САУ. Алгебраические и частотные критерии устойчивости.	Курсовая работа, разделы 1, 2, 3; РГЗ, разделы 4.1, 4.2, 4.3, 4.4	Экзамен (5 сем.), вопросы 1- 97; Экзамен (6 сем.), вопросы 1- 108
ПК.7/ПТ	у2. уметь выполнять анализ технологических процессов и оборудования как объектов управления и автоматизации	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА РАБОТА №2 Исследование устойчивости линейных систем автоматического управления ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 Исследование нелинейной системы автоматического управления третьего порядка. Абсолютная устойчивость нелинейных САУ Анализ качества импульсных систем Качество линейных САУ в	Курсовая работа, разделы 1, 2, 3; РГЗ, разделы 4.1, 4.2, 4.3, 4.4	Экзамен (5 сем.), вопросы 1- 97; Экзамен (6 сем.), вопросы 1- 108

		<p>установившемся и переходном режимах ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 Исследование нелинейной системы автоматического управления второго порядка.</p> <p>Математическое описание линейных импульсных систем . Метод фазовой плоскости Основы метода гармонической линеаризации Устойчивость импульсных систем Устойчивость линейных САУ. Устойчивость линейных САУ.</p> <p>Алгебраические и частотные критерии устойчивости.</p>		
ПК.7/ПТ	<p>у5. уметь рассчитывать основные качественные показатели САУ, выполнять анализ ее устойчивости, синтез регуляторов</p>	<p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 Исследование устойчивости линейных систем автоматического управления</p> <p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 Переходные характеристики типовых линейных устойчивых звеньев систем автоматического управления</p> <p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 Исследование нелинейной системы автоматического управления третьего порядка. Абсолютная устойчивость нелинейных САУ Анализ качества импульсных систем Качество линейных САУ в установившемся и переходном режимах Коррекция линейных САУ</p> <p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 Синтез параллельных корректирующих устройств линейных систем автоматического управления</p> <p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 Синтез последовательных корректирующих устройств линейных систем автоматического управления</p> <p>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 Исследование нелинейной системы автоматического управления второго порядка. Линейные импульсные САУ Математическое описание линейных импульсных систем . Математическое описание линейных САУ. Составление и линеаризация дифференциальных уравнений элементов и систем автоматического управления Математическое описание САУ Метод фазовой плоскости Основы метода гармонической линеаризации Синтез импульсных САУ Структурные схемы САУ</p>	<p>Курсовая работа, разделы 1, 2, 3; РГЗ, разделы 4.1, 4.2, 4.3, 4.4</p>	<p>Экзамен (5 сем.), вопросы 1- 97; Экзамен (6 сем.), вопросы 1- 108</p>

		Структурные схемы САУ. Составление и преобразование структурных схем САУ Типовые звенья САУ и их характеристики. Устойчивость импульсных систем Устойчивость линейных САУ. Устойчивость линейных САУ. Алгебраические и частотные критерии устойчивости.		
--	--	--	--	--

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится None, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.2, ПК.7/ПТ.

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

В 6 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).

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсовой работы.

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.2, ПК.7/ПТ, 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 электропривода и автоматизации промышленных установок

## Паспорт экзамена

по дисциплине «Теория автоматического управления», 5 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 36-50, второй вопрос из диапазона вопросов 1-35 и 51-97 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФМА

Билет № 2

к экзамену по дисциплине «Теория автоматического управления»

---

1. Синтез последовательных корректирующих устройств по логарифмическим частотным характеристикам.
2. Логарифмические частотные характеристики консервативного звена.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ профессор В.Н. Аносов  
(подпись) (дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не знает определений основных понятий линейной ТАУ, характеристик типовых звеньев САУ, оценка составляет менее 20 баллов.
- Ответ засчитывается на **пороговом** уровне, если студент дает определение основных понятий курса, в полном объеме отвечает на вопросы, касающиеся раздела "Типовые звенья САУ и их характеристики, оценка составляет от 20 до 28 баллов.
- Ответ засчитывается на **базовом** уровне, если студент знает характеристики основных элементов САУ и способен проанализировать устойчивость линейной САУ, оценка составляет от 29 до 34 баллов.
- Ответ засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент в совершенстве владеет как методами анализа так и синтеза линейных САУ, оценка составляет от 35 до 40 баллов.

### 3. Шкала оценки

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

### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Теория автоматического управления»

#### Модуль №1- Принципы управления

1. Перечислите основные принципы управления.
2. Нарисуйте функциональные схемы основных принципов управления.
3. В соответствии, с каким принципом управления реализуются замкнутые САУ?
4. Основные недостатки принципа компенсации.
5. Какие виды обратных связей вам известны?
6. Назовите преимущества и недостатки принципа обратной связи.
7. В чём суть комбинированного принципа управления?

#### Модуль №2- Математическое описание САУ

8. Как составляется математическое описание элементов и САУ?
9. Какое предположение лежит в основе линеаризации?
10. Как осуществляется переход к уравнениям в отклонениях?
11. В чём заключается принцип суперпозиции (наложения)?
12. В какой форме в ТАУ принято записывать дифференциальные уравнения?
13. Дайте определение, что называется переходной функцией и переходной характеристикой.
14. Чем переходная характеристика отличается от переходного процесса?
15. Как по дифференциальному уравнению звена найти его переходную функцию?
16. Дайте определение импульсной переходной характеристики.
17. Что такое единичный ступенчатый сигнал?
18. Какой сигнал называется единичным импульсным и почему?
19. Для чего используются преобразования Лапласа?
20. Перечислите основные свойства преобразования Лапласа.
21. Как перейти от дифференциального уравнения к операторному?
22. Дайте определение передаточной функции.
23. Дайте определение комплексного коэффициента передачи (частотной функции) элементов и САУ.
24. Как перейти от передаточной функции к частотной?
25. Назовите типы частотных характеристик.
26. Какая частотная характеристика изображается на комплексной плоскости?
27. Как осуществляется переход от частотных характеристик в обычном масштабе к логарифмическим частотным характеристикам?

#### Модуль №3- Структурные схемы и правила их преобразования

28. Что понимается под структурной схемой элементов и САУ?
29. Чем отличается структурная схема от функциональной и блок-схемы?

30. Приведите формулы основных правил преобразования структурных схем.
31. Назовите правила переноса узлов и сумматоров.
32. Какие структурные схемы называются одноконтурными или многоконтурными?
33. Что представляют собой структурные схемы с перекрещивающимися связями?
34. Как делаются преобразования структурных схем с перекрещивающимися связями.
35. По структурной схеме САУ найти передаточные функции: по управляющему воздействию, по возмущающему воздействию и по ошибке.

#### **Модуль №4- Типовые динамические звенья и их характеристики**

36. Перечислите типовые линейные звенья.
37. Запишите дифференциальные уравнения всех типовых звеньев.
38. Какими параметрами можно охарактеризовать свойства типовых звеньев в установившемся и переходном режимах?
39. Как коэффициент демпфирования влияет на вид переходной характеристики колебательного звена?
40. По дифференциальным уравнениям найдите передаточные функции всех типовых звеньев.
41. При каком коэффициенте демпфирования колебательное звено можно разложить на 2 апериодических?
42. Покажите на примере, как найти параметры двух эквивалентных апериодических звеньев при разложении колебательного звена?
43. Найдите все частотные характеристики для типовых звеньев.
44. Как изменяется вид частотных характеристик типовых звеньев при изменении их параметров?
45. Нарисуйте АФЧХ колебательного звена при разных коэффициентах демпфирования.
46. Найдите аналитические выражения для логарифмических частотных характеристик всех типовых звеньев.
47. Что понимается под частотой сопряжения?
48. Чем отличается асимптотическая логарифмическая амплитудно-частотная характеристика от точной?
49. Чему равен фазовый сдвиг гармонического сигнала колебательного звена при частоте сопряжения?
50. При каких коэффициентах демпфирования асимптотическая ЛАЧХ колебательного звена уточняется? Почему?

#### **Модуль №5- Устойчивость линейных САУ**

51. Дайте определение, что понимается под устойчивостью САУ.
52. Сформулируйте общие условия устойчивости линейной САУ по корням характеристического уравнения.
53. Что понимается под необходимыми условиями устойчивости?
54. Сформулируйте условия устойчивости для систем первого и второго порядка.
55. Какие критерии устойчивости Вам известны?
56. Дайте формулировку критерия Рауса. Как составляется таблица Рауса?
57. Составьте таблицу Рауса для характеристического уравнения шестой степени.
58. Как определяется количество правых корней по критерию Рауса?
59. Дайте формулировку критерия Гурвица. Как составить определитель Гурвица?

60. Составьте определитель Гурвица для характеристического уравнения шестой степени.
61. Как найти граничное значение коэффициента передачи по критерию Гурвица?
62. Дайте формулировку критерия Михайлова. Как строится годограф Михайлова?
63. Изобразите годографы Михайлова соответствующие устойчивой и неустойчивой САУ и границе устойчивости для характеристического уравнения пятой степени.
64. Как определить граничный коэффициент усиления по критерию Михайлова?
65. При каких корнях годограф Михайлова начинается из начала координат комплексной плоскости?
66. Как определить устойчивость САУ по Михайлову, используя принцип перемежаемости корней характеристического уравнения?
67. Дайте формулировку критерия Найквиста, если САУ в разомкнутом состоянии устойчивая.
68. Дайте формулировку критерия Найквиста, если САУ в разомкнутом состоянии неустойчивая.
69. Как по частотным характеристикам САУ в разомкнутом состоянии определить запасы устойчивости системы в замкнутом состоянии?
70. Какие логарифмические частотные характеристики используются в ТАУ при анализе и синтезе систем управления?
71. Как определяется устойчивость замкнутой САУ по логарифмическим частотным характеристикам системы в разомкнутом состоянии?
72. Как строится асимптотическая ЛАЧХ разомкнутой САУ?
73. Как определить граничный коэффициент усиления по критерию Найквиста?
74. Как оценить запасы устойчивости замкнутой САУ по логарифмическим частотным характеристикам разомкнутой системы?
75. Как изменятся запасы устойчивости САУ при наличии звена запаздывания?

#### **Модуль №6- Качество управления в линейных САУ**

76. Как определяются ошибки САУ в установившемся режиме при постоянном управляющем воздействии, при воздействии, изменяющемся с постоянной скоростью или с постоянным ускорением?
77. Какие требования предъявляются к линейным САУ в установившемся режиме?
78. Как определяется требуемый коэффициент передачи?
79. Как изменится ошибка системы в установившемся режиме при увеличении коэффициента передачи?
80. Какие требования предъявляются к линейным САУ в переходном режиме?
81. Перечислите основные показатели качества регулирования.
82. Назовите методы определения показателей качества регулирования и как ими пользоваться?
83. Как оценивается качество регулирования по АЧХ замкнутой системы?
84. Способы построения АЧХ замкнутой системы.

#### **Модуль №7- Синтез корректирующих устройств в линейных САУ**

85. Какие типы корректирующих устройств (КУ) применяются при коррекции САУ в переходном режиме?

86. Изложите методику синтеза последовательных КУ по логарифмическим частотным характеристикам.
87. Изложите методику синтеза параллельных КУ по логарифмическим частотным характеристикам.
88. От чего зависит наклон низкочастотной асимптоты желаемой ЛАЧХ?
89. Какой наклон имеет среднечастотная асимптота желаемой ЛАЧХ?
90. Как находится частота среза желаемой ЛАЧХ?
91. Как определяется ширина среднечастотной асимптоты желаемой ЛАЧХ?
92. Как проводится высокочастотная асимптота желаемой ЛАЧХ?
93. Как выбирается место включения последовательного корректирующего устройства?
94. Как найти ЛАЧХ последовательного корректирующего устройства?
95. Как выбрать место включения параллельного корректирующего устройства?
96. Как найти ЛАЧХ параллельного корректирующего устройства?
97. Каким образом проверяются результаты синтеза КУ?

## **Паспорт курсовой работы**

по дисциплине «Теория автоматического управления», 5 семестр

### **1. Методика оценки.**

Варианты заданий на курсовую работу выдаются преподавателем, ведущим дисциплину, индивидуально каждому студенту.

В курсовой работе исследуется линейная система автоматического управления. Вариант задания состоит из римской цифры (от I до X), определяющей номер структурной схемы (приложение 1, таблица П.1.1), двух арабских цифр (от 01 до 25), задающих значения параметров звеньев структурной схемы и показателей качества регулирования (приложение 1, таблицы П.1.2 и П.1.3) и буквы «У», указывающей, что в курсовой работе синтез корректирующих устройств проводится по управляющему воздействию. Например: П-05-У.

### **Требования, предъявляемые к оформлению курсовой работы (ГОСТ 2.105-95)**

1. Работа оформляется на одной стороне белой бумаги формата А4.
2. Текст пишется либо от руки, либо с применением любого технического средства. Разный стиль оформления не допускается. Размещение текста на странице: левое поле – 2,5, правое – 1,5, верхнее – 2,0, нижнее – 1,5 см.
3. Страницы текста нумеруются арабскими цифрами. Номер страницы проставляется в правом нижнем углу без точки в конце. Титульный лист и задание на курсовую работу включаются в общую нумерацию, но номера страниц на них не ставятся.
4. В тексте не разрешается сокращение слов и фраз, кроме общепринятых (стр., т.п., САУ, ТАУ и т.п.). При необходимости сокращения какого-либо наименования в тексте предварительно должно быть приведено пояснение. Например: корректирующее устройство (КУ). В дальнейшем может быть использовано указанное сокращение.
5. Наименования разделов, подразделов и пунктов пояснительной записки должны в точности соответствовать заданию на курсовое проектирование.
6. Разделы работы следует начинать с нового листа.
7. Расчёты в пояснительной записке должны предваряться пояснениями и ссылками на литературу.
8. Все расчёты должны производиться по формулам. Пояснения значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Первую строку пояснения начинают со слова «где» без двоеточия.
9. Буквенные (символьные) обозначения параметров или переменных не должны повторяться.
10. Формулы сначала записываются в символьном (буквенном) виде, потом вместо каждого символа проставляется его численное значение и затем результат расчёта.
11. Сложные формулы следует упрощать в символьных обозначениях и только потом подставлять численные значения и записывать результат.
12. Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку.

13. Формулы нумеруются арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.
14. Расчеты, произведённые на компьютере в каких-либо прикладных программах, должны включаться в пояснительную записку в виде распечаток в полном объёме.
15. Иллюстрации (схемы, графики, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминались впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте.
16. Иллюстрации обозначаются словом «Рисунок», затем следует номер рисунка, тире и подрисуночная подпись. Нумеруются иллюстрации арабскими цифрами.
17. Численные данные повторяющихся расчётов следует сводить в таблицу. Таблицы следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в тексте курсовой работы.
18. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами. Номер проставляется в правом верхнем углу над таблицей после слова «Таблица». Затем указывается наименование таблицы.
19. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных страницах, включаются в общую нумерацию страниц.
20. Список «Литература» должен содержать перечень источников, использованных при выполнении и написании работы. Источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте работы.
21. Ссылку на источник следует указывать порядковым номером из списка «Литература», выделенным квадратными скобками. Примеры ссылок - [2]; [5, стр. 12].
22. В списке «Литература» для каждого источника приводятся: Фамилия И. О. автора, наименование, издательство, год издания и количество страниц. Примеры оформления списка:
  - 1) Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления /В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – СПб: Изд-во Профессия, 2004. – 752с.
  - 2) Аносов В.Н. Программа Matlab 6.5/ Simulink 5: учеб. пособие /В.Н. Аносов, В.В. Наумов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. – 104с.
  - 3) Теория автоматического управления: метод. указания к лаб. работам №1-5 для студентов III-IV курсов электромеханического факультета всех форм обучения /Новосиб. гос. техн. ун-т; [сост.: В.Н. Аносов, В.В. Наумов]. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 61с.

### **Структура курсовой работы и рекомендации по представлению её к защите**

В состав пояснительной записки должны входить:

- обложка,
- титульный лист,
- задание на курсовую работу,
- текст пояснительной записки,
- литература,
- приложения (при наличии).

На проверку и защиту курсовая работа представляется в полностью готовом и переплетённом виде. Переплёт можно заменить полупрозрачной папкой – скоросшивателем.

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок**

**КУРСОВАЯ**  
**РАБОТА**

по дисциплине "Теория автоматического управления"

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок**

**Утверждаю:**  
Зав. кафедрой ЭАПУ

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Курсовая работа по дисциплине “Теория автоматического управления”

Тема: Анализ и синтез линейной системы автоматического управления

Студент:

\_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Направление: 13.03.02- “Электроэнергетика и электротехника”

Руководитель курсовой работы

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Курсовая работа сдана на проверку ” \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Курсовая работа защищена ” \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Оценка: \_\_\_\_\_

## ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Студент \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

–

### Тема: АНАЛИЗ И СИНТЕЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

#### Исходные данные для проектирования:

- Вариант задания \_\_\_\_\_
  - Структурная схема и значения параметров САУ (таблицы 1 и 2),
  - Входное воздействие – управляющее  $g(t) = 1$  или  $g(t) = vt$ ,
  - Требования, предъявляемые к САУ (таблица 3)
- 1) Допустимая статическая [скоростная] ошибка не более \_\_\_\_\_
  - 2) Допустимое время регулирования не более \_\_\_\_\_
  - 3) Допустимое перерегулирование не более \_\_\_\_\_
  - 4) Допустимое количество колебаний не более 3 \_\_\_\_\_

#### Содержание пояснительной записки:

1. Анализ системы автоматического управления  
Исходные данные
  - 1.1. Исследование заданной системы на устойчивость двумя критериями.
  - 1.2. Определение ошибки заданной САУ в установившемся режиме.
  - 1.3. Выводы.
2. Синтез системы автоматического управления  
Исходные данные
  - 2.1. Определение требуемого коэффициента передачи синтезируемой САУ.
- 2.2. Синтез корректирующих устройств методом логарифмических частотных характеристик.
- 2.3. Выводы.
3. Проверка результатов синтеза
  - 3.1. Определение запасов устойчивости скорректированной САУ.
  - 3.2. Оценка качества скорректированной системы аналитическим методом.
  - 3.3. Выводы.

#### Перечень графического материала:

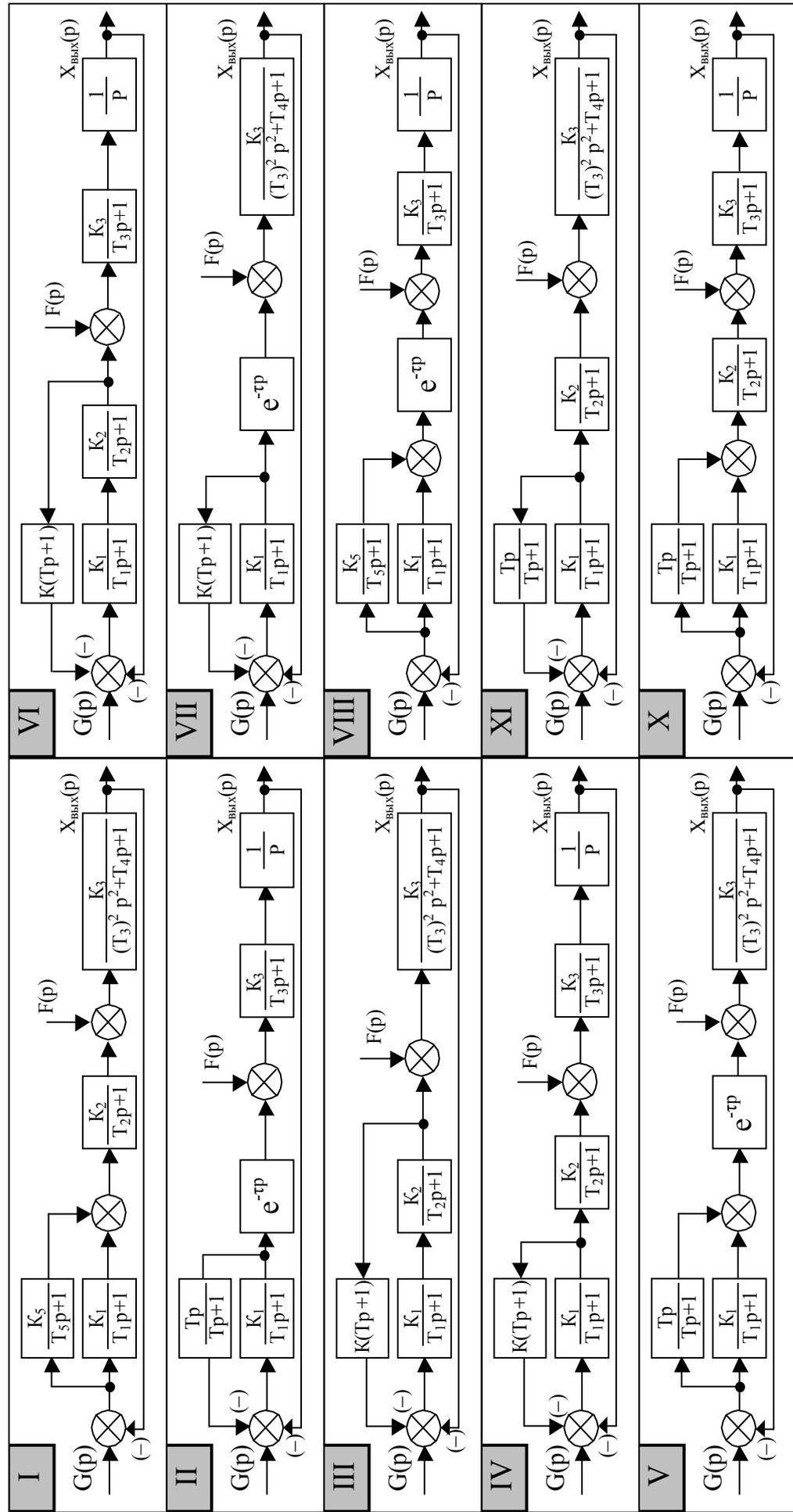
- Структурные схемы заданной и скорректированной систем управления.
- Частотные характеристики.
- Переходные функции.
- Электрическая схема корректирующего устройства.

Руководитель курсовой работы \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Задание к исполнению принял

\_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Таблица 1- Варианты структурных схем линейных САУ



**Таблица 2- Параметры структурной схемы линейной САУ**

Номер варианта	Параметры											
	K	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>5</sub>	τ	T	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
01	0.25	12	18	1.6	1.15	0.006	0.10	0.015	0.075	0.01	0.025	0.011
02	0.35	11	6	3.4	1.25	0.007	0.11	0.013	0.065	0.02	0.03	0.022
03	0.45	6	20	1.5	1.59	0.008	0.12	0.018	0.051	0.03	0.018	0.033
04	0.54	20	8	1.9	1.73	0.009	0.13	0.04	0.42	0.04	0.01	0.044
05	0.65	9	10	2.7	0.87	0.005	0.03	0.013	0.36	0.05	0.03	0.055
06	0.25	8	6	6.6	0.3	0.008	0.08	0.021	0.28	0.06	0.047	0.066
07	0.26	9.8	4.6	5.9	1.55	0.009	0.22	0.032	0.15	0.07	0.03	0.075
08	0.27	10	8.5	2.6	2.4	0.03	0.26	0.041	0.018	0.08	0.016	0.082
09	0.28	12	5.5	3.6	2.85	0.006	0.35	0.055	0.016	0.09	0.10	0.091
10	0.29	9.5	3.5	6.5	0.24	0.005	0.07	0.062	0.012	0.075	0.02	0.12
11	0.85	7	5	5.5	4.85	0.004	0.38	0.074	0.013	0.045	0.015	0.13
12	0.76	4	4	18	0.6	0.03	0.04	0.088	0.014	0.025	0.02	0.15
13	0.24	4.9	8	7.9	0.46	0.02	0.18	0.095	0.05	0.015	0.05	0.16
14	0.23	4	12	8.7	0.37	0.01	0.44	0.012	0.043	0.015	0.035	0.17
15	0.95	12	3.7	9.3	0.14	0.004	0.025	0.032	0.11	0.025	0.025	0.18
16	0.9	15	3.1	10	2.58	0.005	0.53	0.026	0.03	0.013	0.018	0.19
17	0.25	16	4.3	5.2	4.63	0.003	0.56	0.036	0.04	0.03	0.01	0.2
18	0.35	13	2.4	6.3	1.87	0.015	0.08	0.04	0.055	0.035	0.015	0.25
19	0.45	14	5.3	4.9	1.41	0.025	0.06	0.05	0.26	0.04	0.07	0.3
20	0.55	7.5	21	8.9	1.33	0.035	0.09	0.06	0.28	0.013	0.02	0.35
21	0.2	10	4	9.1	1.4	0.025	0.13	0.02	0.1	0.021	0.025	0.035
22	0.25	11	4.1	9.2	1.41	0.028	0.14	0.021	0.15	0.022	0.024	0.041
23	0.3	12	4.2	9.3	1.45	0.03	0.5	0.022	0.14	0.023	0.027	0.042
24	0.35	13	4.3	9.4	1.5	0.008	0.2	0.023	0.11	0.024	0.028	0.043
25	0.4	12.5	4.4	9.5	1.44	0.0085	0.3	0.024	0.09	0.025	0.0299	0.044

**Таблица3-Требования к качеству САУ в установившемся и переходном режимах**

Номер варианта	Величина ошибки, $\varepsilon(\infty)_{доп}$	Время регулирования, $T_{рег}$ , доп	Максимальное перерегулирование, $\sigma_{max,доп}$ %
1	0.005	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	0.006	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	0.007	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	0.008	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

Примечание: Для астатических САУ  $\varepsilon(\infty)_{доп}$  - скоростная ошибка при скорости изменения входного сигнала  $V=1c^{-1}$ .

## 2. Критерии оценки.

- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если оценка составляет от 23 до 32 баллов
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если оценка составляет от 33 до 38 баллов
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если оценка составляет от 40 до 45 баллов

## 3. Шкала оценки.

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

Предварительный балл за выполнение курсовой работы- 45

Это значение снижается в следующих случаях:

- 1). При получении **0** за контрольные недели- на 8 баллов;
- 2). При получении **1** за контрольные недели- на 4 балла;
- 3). За ошибки, обнаруженные при проверке расчетно- пояснительной записки- до 3 баллов;
- 4). За слабую защиту работы- до 3 баллов.

## 4. Перечень вопросов к защите курсовой работы.

4.1 Сформулируйте общие условия устойчивости САУ (по корням характеристического уравнения).

4.2 Дайте формулировки критериев Гурвица, Рауса, Михайлова, Найквиста.

4.3 Как проще всего найти характеристическое уравнение системы?

4.4 Как по характеристическому уравнению системы составить определитель Гурвица и таблицу Рауса?

4.5 Что понимается под необходимым условием устойчивости?

4.6 Сформулируйте условия устойчивости для систем первого и второго порядка.

4.7 Какой вид имеет годограф Михайлова для устойчивой и неустойчивой САУ, а также для границы устойчивости?

4.8 Как проходит АФЧХ относительно точки  $(-1, j0)$  для устойчивой и неустойчивой САУ, а также для границы устойчивости?

4.9 Что понимается под граничным (критическим) значением параметра системы?

4.10 Как рассчитать аналитически и определить при моделировании граничные значения параметров системы?

4.11 Как определяются и строятся области устойчивости САУ по какому-либо параметру?

4.12 Из каких этапов состоит методика синтеза последовательных КУ по асимптотическим логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам?

4.13 Как найти частоту среза  $L_{ж}(\omega)$ ?

4.14 Как строятся низкочастотная, среднечастотная и высокочастотная зоны  $L_{ж}(\omega)$ ?

4.15 Как изменяется быстродействие системы при уменьшении и увеличении частоты среза?

4.16 Как влияет ширина среднечастотной зоны  $L_{ж}(\omega)$  на качество скорректированной САУ?

4.17 Из каких соображений выбирается место включения последовательного КУ?

4.18 Чем отличаются активные корректирующие устройства от пассивных?

4.19 Какие недостатки присущи пассивным последовательным КУ?

4.20 Какими достоинствами обладают параллельные корректирующие устройства?

- 4.21 Какие звенья рекомендуется охватывать параллельными корректирующими устройствами?
- 4.22 Как влияют на точность САУ в установившемся режиме параллельные КУ, выполненные в виде жесткой и гибкой обратных связей?
- 4.23 Чем отличается синтез параллельных КУ от последовательных?
- 4.24 Как строится низкочастотная зона  $L_{ж}(\omega)$  при синтезе параллельных КУ?
- 4.25 Как строится высокочастотная зона  $L_{ж}(\omega)$  при синтезе параллельных КУ?
- 4.26 Как можно уточнить  $L_{ж}(\omega)$  в низкочастотной зоне при синтезе параллельного корректирующего устройства?

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»  
Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

## Паспорт экзамена

по дисциплине «Теория автоматического управления», 6 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-44, второй вопрос из диапазона вопросов 45-108 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФМА

Билет № 4

к экзамену по дисциплине «Теория автоматического управления»

---

1. Определение устойчивости автоколебаний в методе Гольдфарба.
2. Общие условия устойчивости импульсных САУ.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ профессор В.Н. Аносов  
(подпись)

(дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет (тест) считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не знает основных понятий нелинейной ТАУ, оценка составляет менее 20 баллов.
- Ответ засчитывается на **пороговом** уровне, если студент дает определение основных понятий курса, в полном объеме отвечает на вопросы, касающиеся анализа нелинейных САУ, оценка составляет от 20 до 28 баллов.
- Ответ засчитывается на **базовом** уровне, если студент знает характеристики основных элементов САУ и способен проанализировать устойчивость импульсной САУ, оценка составляет от 29 до 34 баллов.
- Ответ засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент в совершенстве владеет методами анализа и синтеза непрерывных и импульсных САУ, оценка составляет от 35 до 40 балл.

### 3. Шкала оценки

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

### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Теория автоматического управления»

#### **Нелинейные САУ и особенности их исследования в статике и динамике**

1. Особенности исследования динамических свойств нелинейных САУ
2. Суть принципа суперпозиции.
3. Особенности определения устойчивости в нелинейных САУ.
4. Классификация нелинейных звеньев.
5. Статические характеристики при последовательном соединении нелинейных звеньев.
6. Статические характеристики при параллельном соединении нелинейных звеньев.
7. Статические характеристики при встречно-параллельном соединении нелинейных звеньев.
8. Назовите часто встречающиеся типовые нелинейные элементы и приведите их статические характеристики.
9. Влияние чередования нелинейных элементов на вид общей статической характеристики.
10. Получение статических характеристик нелинейных элементов с помощью прикладной программы структурного моделирования динамических объектов MatLab / Simulink.

#### **Метод фазовой плоскости**

11. При каком условии производится преобразование структурной схемы в методах анализа нелинейных САУ.
12. Что понимается под фазовым пространством, фазовой плоскостью, изображающей точкой, фазовым портретом?
13. Какие методы построения фазовых портретов вам известны?
14. Запишите последовательность нахождения уравнения фазовых траекторий для системы, заданной структурной схемой.
15. Как по изоклинам строятся фазовые траектории?
16. Какие свойства фазовых траекторий Вам известны?
17. Изобразите на фазовой плоскости особые точки фазовых траекторий.
18. Как строится переходный процесс по фазовой траектории?
19. Предельные циклы фазовых портретов.
20. Задачи, решаемые методом точечных преобразований
21. Определение устойчивости и параметров автоколебаний в методе точечных преобразований
22. . Последовательность построения переходного процесса в методе «припасовывания».
23. Условие применимости методов “точечного преобразования” и “припасовывания”.

#### **Основы метода гармонической линеаризации**

24. На каком предположении основан метод гармонической линеаризации?
25. Что понимается под комплексным коэффициентом передачи нелинейного элемента?

26. Чем отличаются комплексные коэффициенты передачи однозначных и неоднозначных нелинейных элементов.
27. Изобразите расчётную структурную схему для анализа нелинейных САУ третьего и более высокого порядка.
28. Запишите уравнение гармонического баланса, а также уравнения гармонического баланса амплитуд и фаз.
29. Метод Гольдфарба для определения автоколебаний в нелинейной САУ.
30. Правило определения устойчивости автоколебаний по методу Гольдфарба.
31. Особенности проверки применимости метода Гольдфарба.
32. Отличие статической и гармонической линеаризации.
33. Представление нелинейного звена при статической и гармонической линеаризации.

#### **Абсолютная устойчивость нелинейных САУ**

34. Дайте определение абсолютной устойчивости нелинейных систем.
35. Какой класс нелинейностей рассматривается при определении абсолютной устойчивости?
36. Как определяются границы сектора, в котором расположена нелинейная характеристика?
37. К какому виду преобразуется структурная схема при определении абсолютной устойчивости?
38. Абсолютная устойчивость состояния равновесия нелинейных систем (некритический случай).
39. Абсолютная устойчивость состояния равновесия нелинейных систем (критический случай).
40. Как преобразовать структурную схему при неустойчивой линейной части системы при определении абсолютной устойчивости?
41. Абсолютная устойчивость положения равновесия для нелинейной САУ с нейтрально устойчивой линейной частью.
42. Поясните понятие предельной устойчивости.
43. Абсолютная устойчивость состояния равновесия с нелинейностью, принадлежащей сектору  $\llcorner K_1, K_2 \llcorner$ .
44. Абсолютная устойчивость процессов в нелинейных САУ.

#### **Линейные импульсные САУ**

45. Что такое квантование?
46. Назовите способы квантования сигналов.
47. Перечислите основные виды дискретных САУ.
48. Какими параметрами характеризуется последовательность прямоугольных импульсов?
49. Понятие об импульсных системах, их классификация.
50. Какие импульсные САУ относятся к линейным?
51. Дайте определение модуляционной характеристики.

#### **Математическое описание линейных импульсных систем**

52. Основные характеристики импульсных элементов.
53. Сформулировать теорему Котельникова и пояснить её суть.
54. Понятие о решетчатых функциях и разностных уравнениях.
55. Как рассчитываются конечные разности?
56. Написать формулу z-преобразования и указать её отличие от формулы дискретного преобразования Лапласа.
57. Назовите свойства z-преобразования

58. Нахождение дискретных передаточных функций разомкнутых импульсных систем.
59. Почему реальный импульсный элемент представляется в виде последовательного соединения простейшего импульсного элемента и формирователя импульсов?
60. Дискретная передаточная функция замкнутой импульсной системы с импульсным элементом на входе.
61. Дискретная передаточная функция замкнутой импульсной системы с импульсным элементом перед звеном обратной связи.
62. Дискретная передаточная функция замкнутой импульсной системы с импульсным элементом после звена обратной связи.
63. Логарифмические частотные характеристики одноконтурных импульсных систем.

#### **Устойчивость импульсных систем**

64. Общие условия устойчивости импульсных систем.
65. Особенности применения алгебраических критериев устойчивости для линейных импульсных систем по сравнению с непрерывными
66. Аналог критерия Гурвица.
67. Аналог критерия Рауса.
68. Аналог критерия Михайлова.
69. Аналог критерия Найквиста.
70. Особенности использования логарифмических частотных характеристик при определении устойчивости линейных импульсных САУ.
71. Определение устойчивости импульсных систем по логарифмическим частотным характеристикам.
72. Определения граничного коэффициента усиления импульсной системы разными методами.
73. Нахождение запасов устойчивости.

#### **Анализ качества импульсных систем**

74. Особенности определения показателей качества регулирования импульсных систем.
75. Условия получения конечной длительности переходных процессов в системах с АИМ.
76. Аналоги интегральных оценок качества регулирования.
77. Оценка качества регулирования импульсных систем частотными методами.
78. Как построить АЧХ замкнутой импульсной системы?
79. Как оценивается точность регулирования импульсной системы?

#### **Синтез импульсных САУ**

80. Использование методов синтеза непрерывных САУ для расчета последовательной коррекции импульсных систем.
81. Параллельные непрерывные корректирующие устройства импульсных систем.
82. Выбор места включения корректирующих устройств.
83. Дискретные корректирующие устройства.
84. Использование логарифмических частотных характеристик при синтезе импульсных систем.
85. Достоинства и недостатки дискретных корректирующих устройств.

#### **Линейные САУ при случайных воздействиях**

86. Какое событие относится к случайным?
87. Способы задания законов распределения дискретных случайных величин.
88. Основные вероятностные характеристики дискретных случайных величин.

89. Как строится функция распределения дискретных случайных величин.
90. Вероятностные характеристики непрерывных случайных величин.
91. Отличие законов распределения непрерывных случайных величин от дискретных.
92. Дайте определение случайного процесса.
93. Основные статические характеристики случайного процесса.
94. Что такое сечение случайного процесса?

#### **Стационарные случайные процессы**

95. Понятие стационарности, свойство эргодичности.
96. Почему облегчаются расчеты и эксперименты эргодических случайных процессов
97. Корреляционные функции случайных процессов.
98. Экспериментальное определение корреляционной функции
99. Стационарность в "широком" и "узком" смысле.
100. Свойства корреляционной функции.
101. Спектральная плотность и её свойства.
102. Физический смысл спектральной плотности.
103. Связь спектральной плотности с корреляционной функцией.

#### **Прохождение случайного сигнала через линейную САУ**

104. Записать формулу для спектральной плотности на выходе линейной САУ при действии только управляющего воздействия.
105. Записать формулу для спектральной плотности на выходе линейной САУ при одновременном действии управляющего и возмущающего воздействий.
106. Записать те же формулы для корреляционной функции..
107. Расчет основных статистических характеристик САУ при случайных воздействиях.
108. Синтез линейных САУ с минимальной средней квадратичной ошибкой.  
Постановка задачи.

## **Паспорт расчетно-графического задания (работы)**

по дисциплине «Теория автоматического управления», 6 семестр

### **1. Методика оценки**

1. В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны для нелинейной САУ, заданной структурной схемой, видом нелинейности и численными значениями параметров исследовать её динамические свойства.

2. При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести исследование динамических свойств нелинейной САУ методом фазовой плоскости (для системы второго порядка) или методом гармонической линеаризации (для системы третьего порядка). Методом структурного моделирования проверить результаты аналитического расчёта.

Обязательные структурные части РГЗ:

- 1.1 Исследование динамических свойств методом фазовой плоскости (для системы второго порядка)
- 1.2. Исследование динамических свойств методом гармонической линеаризации (для системы третьего порядка)
2. Составление схемы модели на компьютере
3. Методом структурного моделирования:
  - 3.1 Проверка результатов аналитического расчета по п.п. 1.1. и 1.2.
  - 3.2. Исследование уровня входного воздействия и параметров нелинейности на вид и параметры переходного процесса.

Оцениваемые позиции:

1. Результаты расчета методом фазовой плоскости или методом гармонической линеаризации.
2. Результаты структурного моделирования нелинейной САУ.
3. Оформление расчетно- пояснительной записки.
4. Защита РГР.

### **2. Критерии оценки**

- Работа считается **не выполненной**, если имеются ошибки в расчетах нелинейной системы методом фазовой плоскости или методом гармонической линеаризации или результатах структурного моделирования нелинейной САУ , оценка составляет ниже 22 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если полностью выполнены расчеты нелинейной системы методом фазовой плоскости или методом гармонической линеаризации, но отсутствуют результаты исследования влияния параметров линейной части системы и нелинейной характеристики на динамику САУ при её структурном моделировании, оценка составляет 23-32 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если выполнены расчеты нелинейной системы методом фазовой плоскости или методом гармонической

линеаризации, в полном объеме представлены результаты структурного моделирования нелинейной САУ, но расчетно- пояснительная записка выполнена с отступлениями от ГОСТ, оценка составляет 33-38 баллов.

- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если выполнены расчеты нелинейной системы методом фазовой плоскости или методом гармонической линеаризации, в полном объеме представлены результаты структурного моделирования нелинейной САУ, расчетно- пояснительная записка выполнена в соответствии с ГОСТ, РГР принята к защите, оценка составляет свыше 40 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.

Предварительный балл за выполнение расчетно- графической работы- 45

Это значение снижается в следующих случаях:

- 1). При получении **0** за контрольные недели- на 8 баллов;
- 2). При получении **1** за контрольные недели- на 4 балла;
- 3). За ошибки, обнаруженные при проверке расчетно- пояснительной записки- до 3 баллов;
- 4). За слабую защиту работы- до 3 баллов.

### 4. Примерный перечень тем РГР

по дисциплине Теория автоматического управления (часть 2, 6-й-семестр)  
(наименование дисциплины)

Вариант задания на расчетно- графическую работу выдаёт преподаватель, ведущий дисциплину, индивидуально каждому студенту.

В расчетно- графической работе № 3 исследуется нелинейная система автоматического управления. Вариант задания состоит из римской цифры (от I до X), определяющей номер структурной схемы ( таблица 1), двух арабских цифр (от 01 до 20), определяющих значения параметров звеньев структурной схемы нелинейной САУ (таблица 2) и букв *a, b, c, d, e, f*, показывающих вид и параметры нелинейных характеристик (таблица 3).

Например: П-13-b.

### Требования, предъявляемые к оформлению РГР (ГОСТ 2.105-95)

1. Работа оформляется на одной стороне белой бумаги формата А4.
2. Текст пишется либо от руки, либо с применением любого технического средства. Разный стиль оформления не допускается. Размещение текста на странице: левое поле – 2,5, правое – 1,5, верхнее – 2,0, нижнее – 1,5 см.
3. Страницы текста нумеруются арабскими цифрами. Номер страницы проставляется в правом нижнем углу без точки в конце. Титульный лист и задание на курсовую работу включаются в общую нумерацию, но номера страниц на них не ставятся.
4. В тексте не разрешается сокращение слов и фраз, кроме общепринятых ( стр., т.п., САУ, ТАУ и т.п.). При необходимости сокращения какого-либо наименования в тексте предварительно должно быть приведено пояснение. Например: корректирующее устройство (КУ). В дальнейшем может быть использовано указанное сокращение.
5. Наименования разделов, подразделов и пунктов пояснительной записки должны в точности соответствовать заданию на курсовое проектирование.
6. Разделы работы следует начинать с нового листа.
7. Расчёты в пояснительной записке должны предваряться пояснениями и ссылками на литературу.

8. Все расчёты должны производиться по формулам. Пояснения значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Первую строку пояснения начинают со слова «где» без двоеточия.
9. Буквенные (символьные) обозначения параметров или переменных не должны повторяться.
10. Формулы сначала записываются в символьном (буквенном) виде, потом вместо каждого символа проставляется его численное значение и затем результат расчёта.
11. Сложные формулы следует упрощать в символьных обозначениях и только потом подставлять численные значения и записывать результат.
12. Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку.
13. Формулы нумеруются арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.
14. Расчёты, произведённые на компьютере в каких-либо прикладных программах, должны включаться в пояснительную записку в виде распечаток в полном объёме.
15. Иллюстрации (схемы, графики, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминались впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте.
16. Иллюстрации обозначаются словом «Рисунок», затем следует номер рисунка, тире и подрисуночная подпись. Нумеруются иллюстрации арабскими цифрами.
17. Численные данные повторяющихся расчётов следует сводить в таблицу. Таблицы следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в тексте курсовой работы.
18. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами. Номер проставляется в правом верхнем углу над таблицей после слова «Таблица». Затем указывается наименование таблицы.
19. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных страницах, включаются в общую нумерацию страниц.
20. Список «Литература» должен содержать перечень источников, использованных при выполнении и написании работы. Источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте работы.
21. Ссылку на источник следует указывать порядковым номером из списка «Литература», выделенным квадратными скобками. Примеры ссылок - [2]; [5, стр. 12].
22. В списке «Литература» для каждого источника приводятся: Фамилия И. О. автора, наименование, издательство, год издания и количество страниц. Примеры оформления списка:
  - 1) Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления /В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – СПб: Изд-во Профессия, 2004. – 752с.
  - 2) Аносов В.Н. Программа Matlab 6.5/ Simulink 5: учеб. пособие /В.Н. Аносов, В.В. Наумов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. – 104с.
  - 3) Теория автоматического управления: метод. указания к лаб. работам №1-5 для студентов III-IV курсов электромеханического факультета всех форм обучения /Новосиб. гос. техн. ун-т; [сост.: В.Н. Аносов, В.В. Наумов]. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 61с.

### **Структура РГР и рекомендации по представлению её к защите**

В состав пояснительной записки должны входить:

- обложка,
- титульный лист,
- задание на РГР,
- текст пояснительной записки,

- литература,
- приложения (при наличии).

На проверку и защиту РГР представляется в полностью готовом и переплетённом виде.  
Переплёт можно заменить полупрозрачной папкой – скоросшивателем.

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок**

**Р А С Ч Е Т Н О -**  
**Г Р Ф И Ч Е С К А Я**  
**Р А Б О Т А**

по дисциплине "Теория автоматического управления"

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок**

**Утверждаю:**  
Зав. кафедрой ЭАПУ

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Расчетно- графическая работа по дисциплине “Теория автоматического управления”

Тема: Исследование динамики нелинейных САУ

Студент: \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Направление: 13.03.02- “Электроэнергетика и электротехника”

Руководитель РГР \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

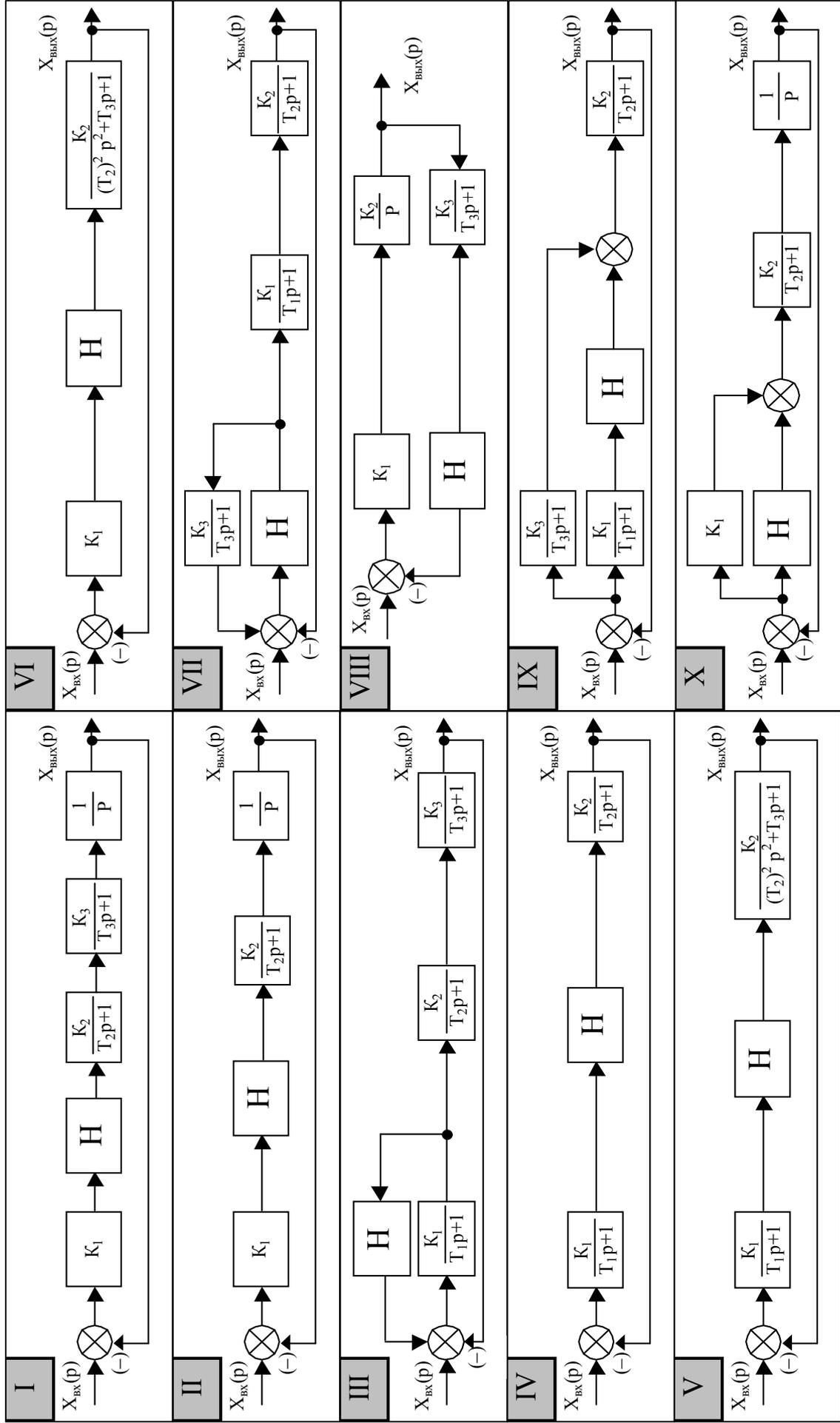
РГР сдана на проверку ” \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

РГР защищена \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Оценка: \_\_\_\_\_



Таблица 1- Структурные схемы нелинейной САУ



**Таблица 2- Параметры структурной схемы нелинейной САУ**

Номер варианта	Параметры					
	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$T_1$	$T_2$	$T_3$
01	10	1.5	0.6	0.01	0.08	0.15
02	12	1.6	0.4	0.02	0.07	0.2
03	6	2	0.2	0.03	0.08	0.25
04	8	0.8	0.1	0.04	1.0	0.18
05	9	4	0.9	0.05	0.12	0.16
06	10	1.2	0.8	0.06	0.15	0.12
07	3	3	1.0	0.07	0.08	0.1
08	7	0.9	1.1	0.08	0.07	0.09
09	11	0.8	1.2	0.09	0.06	0.08
10	4	0.7	1.3	0.1	0.05	0.07
11	5	1.8	1.4	0.15	0.09	0.3
12	13	1.9	1.5	0.2	0.14	0.12
13	15	2.1	0.3	0.3	0.18	0.14
14	16	2.3	0.5	0.35	0.2	0.15
15	18	2.5	0.7	0.4	0.19	0.26
16	17	1.3	0.3	0.5	0.3	0.25
17	12.5	1.55	0.4	0.015	0.07	0.25
18	11.5	0.7	1.25	0.08	0.07	0.09
19	14	2.2	0.4	0.25	0.17	0.15
20	15.5	2.2	0.6	0.39	0.3	0.14
21	10.5	1.2	0.8	0.012	0.085	0.16
22	9.5	3.5	0.85	0.065	0.13	0.14
23	4.5	0.5	1.35	0.13	0.045	0.08
24	17.5	2.4	0.65	0.45	0.18	0.25
25	15	3.1	0.55	0.38	0.25	0.15

Таблица 3- Вид и параметры нелинейности

a	
b	
c	
d	
e	<p style="text-align: right;"><math>\alpha = 45^\circ</math></p>
f	