

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Системы управления химико-технологическими процессами

: 18.03.01

, :

: 4, : 8

		8
1	()	3
2		108
3	, .	53
4	, .	22
5	, .	0
6	, .	22
7	, .	18
8	, .	2
9	, .	7
10	, .	55
11	(, ,)	
12		

(): 18.03.01

1005 11.08.2016 . , : 29.08.2016 .

: 1,

(): 18.03.01

, 5 20.06.2017

- , 5 21.06.2017

:

,

:

,

:

. . . .

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ПК.2 готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования; в части следующих результатов обучения:

1.

;

Компетенция ФГОС: ПК.4 способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения; в части следующих результатов обучения:

2.

2.

2.1

--	--

.2. 1

;

1.о принципах, методах и технических средствах систем управления химико-технологическими процессами	;	;
2.о работе с конкретными системами управления и элементами автоматизации химико-технологических процессов	;	;
3.основные понятия теории традиционного и интеллектуального управления технологическими процессами	;	;
4.основные понятия теории управления технологическими процессами типовые схемы управления и автоматизации химико-технологических процессов	;	;
5.принципы построения линейных непрерывных систем автоматического управления/регулирования	;	;
6.критерии оценки устойчивости линейных непрерывных систем автоматического управления/регулирования	;	;
7.показатели качества процесса регулирования	;	
8.современные технические средства систем управления (преобразователи технологических параметров, регуляторы, исполнительные механизмы, контроллеры)	;	;
<p>.4. 2</p> <p>,</p> <p>-</p> <p>,</p>		
9.правильно оценивать возможности управления химико-технологическими процессами	;	;

10.составлять математические описания автоматических систем регулирования и управления химико-технологическими процессами	;	;
11.осуществлять анализ устойчивости и качества автоматических систем регулирования и управления химико-технологическими процессами	;	;
12.обоснованно выбирать структуры и схемы автоматического регулирования и управления химико-технологическими процессами	;	;
13.осуществлять параметрическую оптимизацию регулирующих и управляющих устройств линейных непрерывных систем автоматического управления/регулирования химико-технологическими процессами	;	;
14.осуществлять синтез корректирующих устройств систем автоматического регулирования/управления химико-технологическими процессами на основе частотного метода	;	;
15.методами частотного анализа линейных непрерывных систем автоматического регулирования/управления химико-технологическими процессами	;	;
16.методами анализа устойчивости линейных непрерывных систем автоматического управления/регулирования химико-технологическими процессами	;	;
17.методами параметрической оптимизации и структурно - параметрической коррекции линейных непрерывных систем автоматического управления/регулирования	;	;
18.навыками использования для анализа, параметрической оптимизации и структурно - параметрической коррекции линейных непрерывных систем автоматического управления/регулирования специализированных проблемно-ориентированных программных комплексов	;	;

3.

3.1

	,	.		
: 8				
:				
1.	2	0,5	1, 2	
:				
2.	8	2,5	1, 3, 4, 5	
:				
3.	0	2	1, 10, 3, 4	
/ .				
4.	0	2	1, 10, 3, 4, 5, 6	
5.	0	1	10, 16, 6	
6.	0	2	1, 10, 3, 4, 5, 6	
: - .				
7.	0	1	1, 10, 11, 3, 5	

:				
8.	0	2	1, 12, 13, 17, 3, 7	
9.	0	2	1, 12, 13, 17, 3, 7	
10.	0	1	1, 12, 13, 15, 17, 3, 7	
:				
11.	0	2	1, 13, 18, 3, 8, 9	
:				
12.	0	4	1, 12, 14, 17, 2, 7	

3.2

,				
: 8				
:				
1.	0	4	1, 10, 2, 3, 4, 5, 9	,
2.	8	4	1, 10, 11, 2, 3, 4, 5, 9	.
:				
1.	0	4	1, 10, 15, 18, 2, 3, 4, 5	
2.	0	4	1, 10, 12, 15, 16, 18, 2, 3, 4, 5, 6, 9	
:				
1.	0	6	1, 13, 14, 17, 18, 2, 7, 8, 9	

4.

:					
1			1, 2, 3, 4, 5	26	5

<p> http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221673. - [] 3 : [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179156. - [] : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215429. - [] 1 : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164529. - [] 2 : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179088. - </p>		<p>[] 1 : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221673. - [] 3 : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179156. - [] : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215429. - [] 1 : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164529. - [] 2 : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179088. -</p>	<p>[] 1 : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221673. - [] 3 : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179156. - [] : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215429. - [] 1 : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164529. - [] 2 : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179088. -</p>	<p>[] 1 : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221673. - [] 3 : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179156. - [] : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215429. - [] 1 : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164529. - [] 2 : [] ; [] : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179088. -</p>
2		1, 2, 3, 4, 5, 6	4	1
3		1, 2, 3, 4, 5, 6	20	1
4		1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9	5	0

[2015]. -	: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221673. -
, [2013]. -	: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179156. -
, [2015]. -	: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215429. -
, [2011]. -	: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164529. -
, [2013]. -	: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179088. -

5.

(. 5.1).

5.1

	-
	e-mail:syreczkij@corp.nstu.ru;sga-2002@bk.ru
	e-mail:syreczkij@corp.nstu.ru;sga-2002@bk.ru
	e-mail:syreczkij@corp.nstu.ru;sga-2002@bk.ru
	e-mail:syreczkij@corp.nstu.ru;sga-2002@bk.ru

5.2

1	.4;
Формируемые умения: у2. уметь определять основные статические и динамические характеристики объектов, выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса, выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса	
Краткое описание применения: Анализ качества переходных процессов	
[]: " / , [2015]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215429. - "	
2	.2;
Формируемые умения: з1. знать основные понятия теории управления технологическими процессами, основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров	
Краткое описание применения: Организация производства в химической промышленности	
[]: " / , [2015]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215429. - "	

6.

(),

-
15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

: 8		
Лабораторная №1:	4	10
" []. .1 : / , [2015]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221673. - ."		
Лабораторная №2:	4	10
" []. .1 : / , [2015]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221673. - ."		
Лабораторная №3:	4	10
" []. .1 : / , [2015]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221673. - ."		
Лабораторная №4:	4	10
" []. .1 : / , [2015]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221673. - ."		
Лабораторная №5:	4	10
" []. .1 : / , [2015]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221673. - ."		
РГЗ: Анализ и синтез непрерывных линейных систем управления	20	30
" []. .3 : - / , [2013]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179156. -		
Зачет:	10	20
() " []. .1 : / , [2015]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221673. - ."		

6.2

6.2

		/		
.2	1. ; ; ;	+	+	+
.4	2. , , -			+

7.

1. Глазырин Г. В. Теория автоматического регулирования : учебное пособие / Г. В. Глазырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 167, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202915
2. Сырецкий Г. А. Проектирование автоматизированных систем. Ч. 1 : учебное пособие / Г. А. Сырецкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 154, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000202725
3. Сырецкий Г. А. Моделирование систем. Ч. 2 : [учебное пособие для дневного и заочного отделений МТФ специальности "Автоматизация технологических процессов и производств" (в машиностроении) / Г. А. Сырецкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 78, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000127342
4. Фёдоров А.Ф. Системы управления химико-технологическими процессами [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Ф. Фёдоров, Е.А. Кузьменко— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2015.— 224 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55207.html>.— ЭБС «IPRbooks»

1. Беспалов А. В. Задачник по системам управления химико-технологическими процессами : учебное пособие для вузов / А. В. Беспалов, Н. И. Харитонов. - Москва, 2005. - 307 с. : ил., табл.
2. Дорф Р. Современные системы управления : Пер. с англ. / Р. Дорф, Р. Бишоп. - М., 2002. - 832 с. : ил.

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

8.

8.1

1. Аносов В. Н. Комплект контролирующих материалов по ТАУ [Электронный ресурс]. Ч. 1 : контролирующие материалы / В. Н. Аносов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221673. - Загл. с экрана.
2. 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. - Загл. с экрана.
3. 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. - Загл. с экрана.
4. 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. - Загл. с экрана.

5. Достовалов Д. Н. Основы теории управления [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Д. Н. Достовалов, И. Н. Томилов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215429. - Загл. с экрана.

8.2

1 Office

2 Matlab Simulink

9.

-

1	(Internet)	

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

Кафедра проектирования технологических машин

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ
к.т.н., доцент В.В. Янпольский
“ ____ ” _____ ____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Системы управления химико-технологическими процессами

Образовательная программа: 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль: Основные процессы химических производств и химическая кибернетика

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Системы управления химико-технологическими процессами 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)
ПК.15 способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты	у5. умеет определять основные статические и динамические характеристики объектов, выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса, выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса	Анализ устойчивости линейной САР Звенья линейных систем Корректирующие устройства Оптимизация параметров линейной САР Передаточные функции Переходные и импульсные характеристики типовых линейных динамических звеньев в составе САР Переходные характеристики интеллектуальной системы управление уровнем жидкости в реакторе Показатели качества переходного процесса Регулирование параметров жидкости или газа в химических аппаратах Составление уравнений динамических систем/звеньев. Структурные преобразования Частотные характеристики линейной САР в разомкнутом состоянии	РГЗ,1-100	Зачет,1-57
ПК.3 способность использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред	з1. знает основные понятия теории управления технологическими процессами, основные виды систем автоматического регулирования и законы управления; типовые системы автоматического управления в химической промышленности; методы и средства диагностики и контроля основных технологических параметров	Анализ устойчивости линейной САР Иерархия управления и автоматизированные системы управления на предприятиях химической промышленности Критерии устойчивости Оптимизация параметров линейной САР Основные понятия химико-технологических процессов и управления химико-технологическими процессами Передаточные функции Переходная характеристика Переходные и импульсные характеристики типовых линейных динамических звеньев в составе САР Переходные характеристики интеллектуальной системы управление уровнем жидкости в реакторе Регулирование параметров жидкости или газа в химических аппаратах Составление уравнений динамических систем/звеньев.	Отчет по лабораторной работе, РГЗ, 1-100	Зачет, 1-57

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в процессе зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.15, ПК.3.

Зачет проводится в письменной и устной форме по билетам

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

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

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

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.15, ПК.3, 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.

Паспорт зачета

по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами», 8 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной и устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: три вопроса выбираются из диапазона вопросов 1-57 (список вопросов приведен ниже). В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами»

1. Определения: управление, измерение, информация, информатика, кибернетика, техническая кибернетика, теория управления. Современные направления развития теории управления
2. Квантователь и экстраполятор нулевого порядка
3. Частотные критерии устойчивости. Критерий устойчивости Найквиста

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

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 10 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент дает обоснованные ответы на два вопроса, допускает непринципиальные ошибки, оценка составляет 10 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **базовом** уровне, если студент дает обоснованные ответы, допускает непринципиальные ошибки, оценка составляет 15 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент дает обоснованные ответы на все вопросы, не допускает ошибок, оценка составляет 20 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. **Вопросы к зачету по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами»**
1. Определения: управление, измерение, информация, информатика, кибернетика, техническая кибернетика, теория управления. Современные направления развития теории управления
2. Химико-технологический процесс. Определение. Особенности ХТП. Функции, выполняемые устройствами автоматического управления в химической промышленности
3. Определения: автоматическое техническое устройство, автоматизация технологического процесса,
4. Синтез корректирующих устройств САУ. Параллельные корректирующие устройства.
5. Понятия: области устойчивости, запаса устойчивости, функции чувствительности.
6. Основные понятия теории управления. Измерение, информация, управление, регулирование, сообщение и сигнал.
7. Типовые звенья линейных САУ. Форсирующие звенья первого и второго порядка и их формы описания и характеристики
8. Основные понятия теории управления. Автоматика. Обобщенная схема ТОУ. Воздействие. Управляемые, управляющие и возмущающие воздействия на объект управления.
9. Модель идеального перемешивания
10. Основные понятия теории управления. Система, ТОУ, АСУТП и АТК.
11. Временная модель системы вида «вход-выход» и ее характеристики.
12. Основные понятия теории управления. Динамическая система. САУ. Обобщенная схема САУ.
13. Интегральные критерии качества переходных процессов
14. Типовые воздействия и их математические различные математические описания.
15. Без чего невозможно управление? Отличия автоматического управления от ручного.
16. Понятие модели сущности. Понятие идентификация и виды идентификации.
17. Обобщенное представление многоканальной (многомерной) САУ. Обобщенные структурные схемы импульсных и цифровых САУ.
18. Задающее воздействие САУ. Цели управления.
19. Косвенные методы анализа качества переходных процессов. Корневые критерии качества переходных процессов.
20. Классификация систем автоматического управления.
21. Квантователь и экстраполятор нулевого порядка.
22. Импульсные САУ. Определение. Виды импульсной модуляции. Разновидности импульсных САУ.
23. Автоматическое и автоматизированное управление. Классификация процессов управления. Управление по задающему воздействию.
24. Принципы управления. Управление по возмущающему воздействию Управление по отклонению. Комбинированное управление.
25. Дискретные САУ. Понятие. Способы представления дискретных процессов САУ
26. Типовая функциональная схема одноканальной САУ.
27. Алгебраический критерий устойчивости и диаграмма Вышнеградского..
28. На что направлен анализ САУ?

29. Синтез корректирующих устройств САУ по ЛЧХ. Построение желаемой ЛАЧХ в низкочастотном диапазоне.
30. Синтез корректирующих устройств САУ. Параллельные корректирующие устройства
31. Показатели качества и характеристики переходного процесса
32. Синтез корректирующих устройств САУ. Последовательные корректирующие устройства
33. Время переходного процесса САУ и приемы его вычисления
34. Логарифмические амплитудно-частотные характеристики звена/системы. Построение ЛАЧХ и ЛФЧХ одноконтурных систем.
35. Структурная схема. Понятие. Принцип ее построения на основе дифференциального уравнения
36. Частотные критерии устойчивости. Критерий устойчивости Найквиста для логарифмических характеристик.
37. Передаточная функция непрерывной линейной системы. Понятие. Принципы ее формирования на конкретном примере.
38. Задачи и этапы работ синтеза САУ.
39. Необходимое условие устойчивости линейных непрерывных систем. Критерии устойчивости линейных непрерывных САУ. Критерий устойчивости Гурвица. Критерий устойчивости Лъенара – Шипара
40. Временные характеристики и их взаимосвязь. Интеграл Дюамеля. Интеграл свертки.
41. Частотные критерии устойчивости. Критерий устойчивости Михайлова.
42. Частотные критерии устойчивости. Критерий устойчивости Найквиста
43. Типовые звенья линейных САУ. Звено запаздывания и формы его описания и характеристики.
44. Структурные преобразования линейных САУ. Последовательное соединение звеньев. Параллельное соединение звеньев. Соединение звеньев с обратной связью. Перенос узла и сумматора через звено.
45. Общие свойства интегрирующих звеньев. Общие свойства дифференцирующих звеньев.
46. Передаточная функция ПИД-регулятора и его асимптотические логарифмические характеристики
47. Векторно-матричная форма описания системы с использованием переменных состояния. Пример использования.
48. Дробно-рациональная форма представления передаточной функции системы. Комплексная передаточная функция и формы ее математического описания.
49. Статические и астатические системы. Понятие. Разновидности и формула расчета ошибок в установившемся режиме. Примеры их графического поведения.
50. Частотные характеристики звена/системы. Амплитудно-фазочастотная характеристика (АФЧХ). Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ). Фазочастотная характеристика (ФЧХ). Частотные характеристики при различном соединении звеньев линейной системы.
51. Типовые звенья линейных САУ. Аперiodическое звено второго порядка и формы его описания и характеристики.
52. Типовые звенья линейных САУ. Пропорциональное (усилительное), интегрирующее, идеальное дифференцирующее звенья и их формы описания и характеристики.
53. Устойчивость линейных непрерывных САУ. Поведение свободной (переходной) составляющей при попарно сопряженных комплексных, чисто мнимых и нулевых корнях характеристического уравнения.

54. Типовые звенья линейных САУ. Аperiodическое (инерционное) звено первого порядка и формы его описания и характеристики.
55. Характеристики САУ: управляемость, наблюдаемость, идентифицируемость, устойчивость. Определение: полностью управляемые, наблюдаемые и идентифицируемые системы.
56. Типовые звенья линейных САУ. Колебательное звено второго порядка и его формы описания и характеристики.
57. Характеристики САУ: управляемость, наблюдаемость, идентифицируемость, устойчивость. Определение: полностью управляемые, наблюдаемые и идентифицируемые системы.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами», 8 семестр

1. Методика оценки

Расчетно-графическое задание (работа) выполняется по теме «Анализ и синтез линейной системы автоматического управления непрерывного действия»

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны рассчитать оптимальные параметры модели скорректированной линейной системы автоматического управления непрерывного действия в соответствии с исходными данными.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ качества работы нескорректированной САУ и синтезировать САУ с заданными параметрами качества посредством последовательного включения в прямой канал корректирующего устройства с необходимой передаточной функцией.

Обязательные структурные части РГЗ:

1. Анализ линейной САУ непрерывного действия.
2. Синтез последовательного корректирующего устройства на основе желаемой ЛАЧХ
3. Заключение
4. Библиографический список

Оцениваемые позиции:

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если студент не выполнил работу в срок, не выполнил все части РГЗ(Р), оценка составляет менее 20 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом уровне**, если студент выполнил работу не в срок, с неточностями, в не полном объеме. Оценка составляет 20 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом уровне**, если студент выполнил РГЗ(Р) в срок, без ошибок, но допустил неточности. Оценка составляет 25 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом уровне**, если студент, выполнил РГЗ(Р) полностью в срок, без ошибок, оценка составляет 30 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Типовое задание. Оно включает следующие исходные данные:

1. Уравнение связей структурной схемы САУ непрерывного действия.

Таблица 1

Номер варианта	Уравнение связей структурной схемы САУ непрерывного действия			
1	$x_3 = g - y$	$x_4 = y_3$	$x_2 = y_4$	$x_1 = y_2 - f$

2	$x_3 = g - y$	$x_4 = g - y$	$x_2 = y_3 + y_4$	$x_1 = y_2 - f$
3	$x_3 = g - y$	$x_4 = y_3$	$x_2 = y_3 + y_4$	$x_1 = y_2 - f$
4	$x_3 = g - y$	$x_4 = g - y$	$x_2 = y_3$	$x_1 = (y_4 + y_2) - f$
5	$x_3 = g - y$	$x_4 = y_3 = x_2$	$x_2 = x_4 = y_3$	$x_1 = (y_2 + y_4) - f$
6	$x_3 = g - y$	$x_4 = y_2$	$x_2 = y_3 - y_4$	$x_1 = y_2 - f$
7	$x_3 = (g - y) - y_4$	$x_4 = y_2$	$x_2 = y_3$	$x_1 = y_2 - f$
8	$x_3 = g - y$	$x_4 = y_3 - y_2$	$x_2 = y_4$	$x_1 = y_2 - f$
9	$x_3 = g - y$	$x_4 = y_3 - y_4$	$x_2 = y_4$	$x_1 = y_2 - f$
10	$x_3 = (g - y) - y_4$	$x_4 = y_3 = x_2$	$x_2 = x_4 = y_3$	$x_1 = y_2 - f$

Примечание: для всех вариантов управляемая (выходная) величина (переменная) САУ $y = y_1$; x_i – входная переменная i -го звена; y_i – выходная переменная i -го звена; g и f – воздействие соответственно задающее и возмущающее.

1.2. Динамика звеньев исходной САУ описывается следующей системой обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$T_1 \frac{d^2 y_1}{dt^2} + \frac{dy_1}{dt} = k_1 \left(\tau_1 \frac{dx_1}{dt} + k_{01} x_1 \right), \quad (1)$$

$$T_2 \frac{d^2 y_2}{dt^2} + \frac{dy_2}{dt} = k_2 \left(\tau_2 \frac{dx_2}{dt} + k_{02} x_2 \right), \quad (2)$$

$$T_3 \frac{dy_3}{dt} + y_3 = k_3 x_3, \quad (3)$$

$$T_4 \frac{dy_4}{dt} + y_4 = k_4 \left(\tau_4 \frac{dx_4}{dt} + x_4 \right), \quad (4)$$

где коэффициенты дифференциальных уравнений — параметры динамических звеньев исходной САУ

Таблица 2

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k_1	1,3	1,5	1,3	1,2	1,8	1,2	1,2	1,8	1,7	1,5
τ_1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
T_1	0,4	1,1	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	1,2	0,9	0,9
k_{01}	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
k_2	0,5	1,0	1,5	1,8	1,2	1,5	1,0	1,3	1,0	1,8
τ_2	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0	0,4	0,0	1,0	0,7	0,8
T_2	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
k_{02}	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0
k_3	0,5	1,5	1,9	1,4	1,5	1,4	1,6	1,3	1,2	1,0

T_3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2
k_4	0,5	0,8	0,5	0,7	1,0	1,0	1,0	0,8	0,9	0,6
τ_4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
T_4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0

1.3. Желаемые показатели качества переходных процессов и статическая точность регулирования:

- нечетный вариант (табл.1):
 - допустимая статическая ошибка регулирования по положению и скорости не превышает 0,5%;
 - максимально-допустимое время регулирования в пределах $t_p = 0,5...1,5$ с;
 - максимально-допустимое перерегулирование в пределах $\sigma_{\max} = (10...20)\%$.
- четный вариант (табл.1):
 - допустимая статическая ошибка регулирования по положению и скорости не превышает 0,1%;
 - максимально-допустимое время регулирования в пределах $t_p = 0.1t_{исходн}$ с;
 - максимально-допустимое перерегулирование в пределах $\sigma_{\max} = (15..25)\%$.

1.4. Инструментальной средой моделирования служит компьютерная математическая система (КМС) MatLab&Simulink. Построение ЛЧХ исходной и синтезированной САУ и их типовых звеньев и скорректированного устройства строить как вручную на разлинованном листе (в логарифмическом масштабе), так и путем написания кода и черчения средствами КМС MathCAD.

Порядок выполнения задания

2. Анализ линейной САУ непрерывного действия.

2.1. В соответствии с табл. 1 составить структурную схему исходной нескорректированной САУ.

2.2. Каждое дифференциальное уравнение (1) – (4) записать в операторной форме и на его основе получить в общем виде передаточную функцию соответствующего звена, а затем с учетом численных значений табл. 2 ее записать и определить тип звена.

2.3. Воспользовавшись правилами структурного преобразования линейных систем, пошагово выполнить преобразования (с пошаговой выкладкой получения формул) и определить передаточную функцию САУ в разомкнутом состоянии, отдельно выделив коэффициент передачи системы $k_{\text{раз}}$.

2.4. Записать передаточную функцию замкнутой САУ по задающему воздействию g , а затем произвести и графически представить структуру замкнутой САУ относительно возмущающего воздействия f с последующей записью ее передаточной функции. В зависимости от степени астатизма рассчитать статические ошибки при нулевых начальных условиях в случае приложения единичного ступенчатого или линейно-возрастающего входных воздействий.

2.5. Методом цифрового моделирования средствами КМС MatLab&Simulink определить прямые показатели качества переходных процессов и статическую точность регулирования (ошибку) нескорректированной САУ по двум воздействиям g и f . В зависимости от степени астатизма принять воздействие g и f как единичное ступенчатое

воздействие или линейно-возрастающее. Установившиеся значения ошибок сравнить с результатами, полученными в п. 2.4.

2.6. При помощи алгебраического критерия устойчивости Гурвица проверить условие устойчивости нескорректированной САУ.

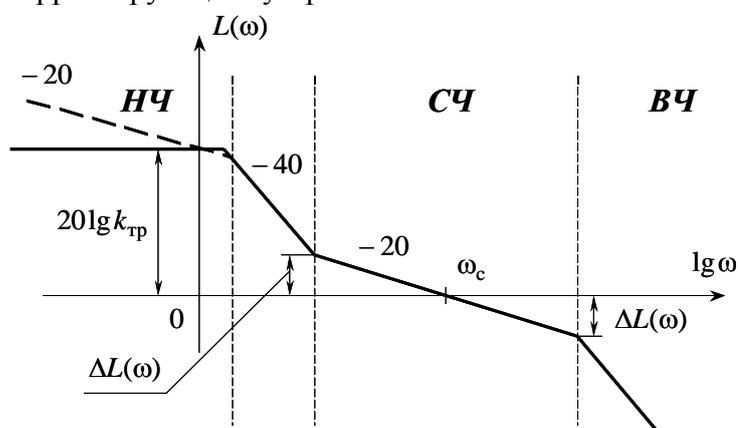
2.7. При помощи критерия Михайлова проверить условие устойчивости нескорректированной разомкнутой и замкнутой САУ.

2.8. Методом цифрового моделирования проверить условие и запасы (по амплитуде и фазе) устойчивости нескорректированной замкнутой САУ по критерию Найквиста (в формулировках как по годографу комплексного коэффициента передачи (средствами КМС MathCAD), так и логарифмической амплитудно- и фазо-частотной характеристикам (средствами КМС MatLab&Simulink)).

3. Синтез последовательного корректирующего устройства САУ на основе желаемой ЛАЧХ

3.1. Изобразить (вручную и средствами КМС) асимптотическую ЛАЧХ нескорректированной системы $L_{нс}(\omega)$ с использованием логарифмического масштаба ω или $\lg \omega$. Поперечную ось $L(\omega)$ провести через единичную частоту $\omega = 1$.

3.2. Построить (вручную и средствами КМС) желаемую ЛАЧХ скорректированной САУ $L_{жел}(\omega)$, состоящую из низкочастотной (НЧ), среднечастотной (СЧ) и высокочастотной (ВЧ) областей (см. рисунок), которая обеспечивает заданные показатели качества переходных процессов $\sigma_{max}\%$, t_p и требуемую статическую (скоростную) ошибку $\Delta u_{доп}(\infty)$. Построить ЛАЧХ последовательного корректирующего устройства.



Желаемая ЛАЧХ скорректированной линейной САУ непрерывного действия

3.3. По асимптотической ЛАЧХ корректирующего устройства $L_{кy}(\omega)$ восстановить передаточную функцию с учетом численных значений. Полученное значение коэффициента передачи регулятора сравнить с расчетным значением, найденным по формуле

$$k_{кy} = \frac{k_{тр}}{k_{раз}}.$$

3.4. Составить структурную схему синтезированной САУ, включающей последовательное корректирующее устройство.

3.5. Методом цифрового моделирования исследовать скорректированную САУ при единичном ступенчатом (линейно-возрастающем) задающем воздействии g , а также при приложении единичного ступенчатого возмущающего воздействия f .

3.6. *Заключение*

Представить характеристики качества работы САУ исходной, желаемой и полученной в результате синтеза. Сформулировать вывод.

Оформление пояснительной записки РГЗ.

Пример титульного листа:

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра проектирования технологических машин

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами»

Тема: Анализ и синтез линейной системы автоматического управления непрерывного действия

Студент: _____

Группа: _____

Преподаватель: Сырецкий Г.А.

Представлено к защите: _____

Новосибирск 2017г.

Титульный лист и техническое задание не нумеруются, но учитываются в сквозной нумерации

Текст ПЗ РГЗ должен быть отпечатан машинописным способом через один интервал шрифтом Times New Roman размером 14 на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210x297 мм).

Выравнивание текста - по ширине, расстановка переносов – автоматическая

Текст следует оформлять с соблюдением следующих размеров полей: левое -25 мм, правое -10 мм, верхнее -15 мм, нижнее -25 мм.

Номера страниц проставляются внизу – справа.

Паспорт лабораторных работ

по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами», 8 семестр

1. Методика оценки

Данный вид учебной деятельности по дисциплине Системы управления химико-технологическими процессами связан с анализом и синтезом САУ объектами химического производства в условиях действия интервальной неопределенности параметров и неполных измерениях с использованием специализированного прикладного программного обеспечения для структурного моделирования технических систем.

В состав обязательных частей отчета по каждой из лабораторных работ входят титульный лист, цель, описание пунктов задания, структурные схемы, графики процессов во временной и/или частотной областях, требуемые расчеты, аналитическая проверка полученных результатов и итоговый вывод о проделанной работе.

Оцениваемые позиции:

Лабораторные работы оцениваются по балльно-рейтинговой системе в количестве 20 - 50 баллов по результатам самостоятельного выполнения пунктов задания, оформления отчета и результата защиты в соответствии со следующим критерием: от 4 до 10 баллов за каждую выполненную лабораторную работу.

2. Критерии оценки

- Лабораторная работа считается **не выполненной**, если студент отсутствовал на занятии по неуважительной причине, выполнены не все пункты задания, не предоставлен отчет или при защите даны ответы не на все вопросы. Общее количество баллов составляет менее 20.

- Лабораторная работа считается выполненной на **пороговом** уровне, если часть пунктов задания выполнена вне отведенного времени, отчет оформлен с замечаниями и на защите даны ответы с существенными ошибками и неточностями. Общее количество баллов 20.

- Лабораторная работа считается выполненной на **базовом** уровне, если студент выполнил все пункты задания во время занятия, отчет оформлен без существенных замечаний и на защите даны ответы на вопросы с незначительными ошибками и неточностями. Общее количество баллов 40.

- Лабораторная работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если студент выполнил все пункты задания во время занятия, отчет оформлен без замечаний и на защите даны полные ответы. Общее количество баллов 50.

3. Шкала оценки

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

4. Перечень тем лабораторных работ по дисциплине «Системы управления химико-технологическими процессами»

1. Лабораторная работа № 1.

Переходные характеристики типовых линейных устойчивых звеньев систем автоматического управления - 6 часов

2. Лабораторная работа № 2.

Частотные характеристики типовых линейных устойчивых звеньев систем автоматического управления - 4 часа

3. Лабораторная работа № 3.

Исследование устойчивости линейных систем автоматического управления - 4 часа

4. Лабораторная работа № 4.

Синтез последовательных корректирующих устройств линейных систем автоматического управления - 4 часа.