

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Цифровые системы управления

: 27.03.04

: 4, : 7

		7
1	()	5
2		180
3	, .	112
4	, .	36
5	, .	18
6	, .	36
7	, .	8
8	, .	2
9	, .	20
10	, .	68
11	(, ,)	.
12		

(): 27.03.04

1171 20.10.2015 . , : 12.11.2015 .

: 1,

(): 27.03.04

, 10/1 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

,

:

,

:

.

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ПК.5 способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления; в части следующих результатов обучения:	
1.	
2.	
3.	
1.	()
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием; в части следующих результатов обучения:	
6.	

2.

2.1

()	
-----	--

.5. 1	
1.знать основные свойства цифровых динамических систем	; ; ;
.5. 2	
2.знать способы анализа процессов цифровых динамических систем	; ; ;
.5. 3	
3.знать методы анализа устойчивости цифровых динамических систем	; ; ;
.5. 1 ()	
4.уметь проверять устойчивость процессов в цифровых (дискретных) динамических системах различного типа	; ; ;
.6. 6	
5.уметь рассчитывать цифровые регуляторы для различных систем автоматического управления	; ; ;

3.

3.1

	,	.	
: 7			
:			
1.	0	2	1

2.	.	0	2	1
:				
3.	.	0	2	2
4.	.	0	6	2
:				
5.	.	0	2	2, 3
6.	.	0	2	3
:				
8.	.	0	3	4
9.	.	0	4	4
:				
10.	1 2 - .	0	5	5
11.	.	0	3	5
12.	.	0	2	5
13.	.	0	3	5

3.2

	,	.		
:7				
:				
1.	0	10	1	Matlab
:				
2.	0	10	1, 2	
:				
3.	0	8	3, 4	
:				
4.	8	8	4, 5	Matlab

3.3

	,	.		
:7				
:				

1.	0	6	1, 2	
:				
7.	0	6	4	
:				
8.	0	6	3, 4, 5	

4.

:7				
1		2, 3, 4	12	5
<p>, 1 3 : . . . (. . .) : / . . . ; - . . . , 1998. - 36 .</p>				
2		2, 3, 4, 5	5	5
<p>, 1 4 : : 4 (220400 - : " . . . ") / - ; [: . . . , . . .] . - , 2012. - 37, [2] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000177241 (. . .) : / . . ; - . . . , 1998. - 36 .</p>				
3		1, 2	15	5
<p>, 1 2 3 4 : : 220400 - " : 4 (. - ; [. : . . , . . .] . - , 2012. - 37, [2] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000177241 (. . .) : / . . ; - . . . , 1998. - 36 .</p>				
4		1	11	0
<p>, 1 : : 4 (220400 - : " . . . ") / - ; [: . . . , . . .] . - , 2012. - 37, [2] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000177241 (. . .) : / . . ; - . . . , 1998. - 36 .</p>				
5		1, 2, 3, 4	25	5
<p>, 1 2 3 4 : : 220400 - " : 4 (. - ; [. : . . , . . .] . - , 2012. - 37, [2] . : .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000177241 (. . .) : / . . ; - . . . , 1998. - 36 .</p>				

5.

(. 5.1).

5.1

	-
	e-mail
	e-mail;
	e-mail
	e-mail; ;

6.

(),

- 15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

	: 7
<i>Лабораторная:</i>	20
<i>Практические занятия:</i>	10
<i>Контрольные работы:</i>	10
<i>РГЗ:</i>	20
<i>Экзамен:</i>	40

6.2

6.2

.5	1.	+	+	+
	2.	+	+	+
	3.	+	+	+
	1. ()	+	+	+
.6	6.	+	+	+

7.

1. 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».
2. Гаврилов Е. Б. Цифровые системы управления : сборник задач для индивидуальных заданий : учебное пособие [по курсу "Цифровые системы управления" по направлению 220200 "Автоматизация и управление"] / Е. Б. Гаврилов, Г. В. Саблина; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 43, [1] с. : схемы, табл.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/gavril.pdf>
3. Бесекерский В. А. Теория систем автоматического управления : [линейные системы, нелинейные системы, импульсные системы, цифровые и адаптивные системы, критерии устойчивости, случайные процессы] / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - СПб., 2004. - 747 с. : ил.
1. Николайчук О. И. Современные средства автоматизации : практические решения / О. И. Николайчук. - М., 2006. - 246, [1] с. : табл., ил.
2. Коновалов Г. Ф. Радиоавтоматика : [учебник для вузов по направлению "Радиотехника"] / Г. Ф. Коновалов. - М., 2003. - 286 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. Гаврилов Е. Б. Теория автоматического управления. Цифровые системы. (Сборник задач для практических занятий) : Учебное пособие / Е. Б. Гаврилов; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1998. - 36 с.
2. Цифровые системы управления : методические указания к лабораторным работам для 4 курса АВТФ (направление 220400 - "Управление в технических системах" дневной формы обучения) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. Б. Гаврилов, Г. В. Саблина]. - Новосибирск, 2012. - 37, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000177241

8.2

1 MATLAB

9. -

1	(Internet)	Internet

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Цифровые системы 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)
ПК.5/ПК способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	32. знать основные свойства цифровых динамических систем	Введение, основные понятия линейных дискретных систем. Динамические характеристики линейных непрерывных систем. Исследование свойств экстраполяторов Исследование устойчивости цифровых систем Устойчивость дискретных систем.	РГЗ, темы 1-4	Экзамен, вопросы 1-12
ПК.5/ПК	33. знать способы анализа процессов цифровых динамических систем	Анализ процессов линейных дискретных систем. Исследование устойчивости цифровых систем Структурный метод. Устойчивость дискретных систем.	РГЗ, темы 5-8	Экзамен, вопросы 13-16
ПК.5/ПК	34. знать методы анализа устойчивости цифровых динамических систем	Анализ процессов линейных дискретных систем. Анализ свойств типовых регуляторов Методы оценки состояния объекта. Синтез дискретных систем	РГЗ, темы 9-12	Экзамен, вопросы 17-24
ПК.5/ПК	у2. уметь проверять устойчивость процессов в цифровых (дискретных) динамических системах различного типа	Анализ свойств типовых регуляторов исследование возможных вариантов реализации цифровых систем Особенности реализации цифрового управления процессами. Синтез дискретных систем Типовые дискретные алгоритмы управления.	РГЗ, темы 13-16	Экзамен, вопросы 25-30
ПК.6/ПК способность производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и	уб. уметь рассчитывать цифровые регуляторы для различных систем автоматического управления	Архитектура и особенности реализации систем реального времени. Вход и выход физических процессов. АЦП, ЦАП. исследование возможных вариантов реализации цифровых систем Синтез дискретных систем Цифровые коммуникации. Цифровые порты ввода-вывода. Квзинепрерывная реализация звеньев 1 и 2 порядка.	Контрольная работа	Экзамен, вопросы 31-32

управления в соответствии с техническим заданием				
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 7-ом семестре в виде экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.5/ПК, ПК.6/ПК.

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

В 7 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ(Р), контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р), контрольной 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 ПК.5/ПК, ПК.6/ПК, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

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

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

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

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

Паспорт экзамена

по дисциплине «Цифровые системы управления», 7 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-16, второй вопрос из диапазона вопросов 17-32 (список вопросов приведён ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет АВТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Цифровые системы управления»

1. Вопрос 1. Динамические характеристики линейных импульсных систем.
2. Вопрос 2. Модальный метод синтеза. Астатическая операторная процедура.
3. Задача. Для заданного объекта синтезировать регулятор модальным методом и изобразить его структурную схему, реализованную на звеньях задержки:

$$x_1(k+1) = 0.1x_1(k) - 0.4x_2(k) + 0.3u$$

$$x_2(k+1) = 0.2x_1(k) - 0.3x_2(k) + 0.2u$$

$$y = 0.5x_1 + 0.0x_2$$

$$\lambda_1 = -0.1, \lambda_2 = 0.2, \Delta = 0.01$$

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

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее *50 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет от *50 до 72 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает

характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет от 73 до 86 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет от 87 до 100 баллов.

3. Шкала оценки

Итоговый рейтинг студента по дисциплине определяется в виде

$$IR = (60R_0 + 40R_e) \%,$$

где R_e - относительный рейтинг экзамена.

На основе рейтинга студента IR выставляется итоговая оценка по дисциплине в соответствии с 15-уровневой шкалой оценок ECTS, а также в традиционной форме.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Цифровые системы управления»

1. Динамические характеристики линейных импульсных систем
2. Получение разностных уравнений
3. Решетчатые функции
4. Экстраполятор нулевого порядка.
5. Z-преобразование
6. Теоремы Z-преобразования.
7. Свойства дискретных передаточных функций.
8. Обратное z-преобразование.
9. Структурные представления дискретных систем.
10. Структурные представления разностных уравнений.
11. Устойчивость линейных импульсных систем.
12. Билинейное преобразование. Геометрическая интерпретация общего условия устойчивости.
13. Теорема Котельникова-Шеннона
14. Преобразование Тастина.
15. Анализ процессов в линейных импульсных системах
16. Процессы минимальной длительности
17. Синтез линейных импульсных систем. Постановка задачи синтеза
18. Управляемость линейных импульсных систем.
19. Наблюдаемость линейных импульсных систем
20. Модальный метод синтеза. Астатическая операторная процедура.
21. Модальный метод синтеза. Статическая операторная процедура.
22. Матричная процедура модального метода синтеза.
23. Матричная процедура модального метода синтеза для одноканальных объектов.
24. Синтез одноканальных астатических систем с использованием матричной процедуры.
25. Наблюдатели состояния. Операторная процедура синтеза
26. Матричные наблюдатели состояния (многоканальные).
27. Синтез матричных наблюдателей для одноканальных объектов.
28. Наблюдатели пониженного порядка. Основные расчетные соотношения.
29. Наблюдатели пониженного порядка. Структурная схема.
30. Особенности динамики систем с наблюдателями.

31. ПИД - регуляторы.
32. Модификации ПИД-регулятора.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Цифровые системы управления», 7 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме «Синтез линейных импульсных систем», включает в себя 1 задание. Выполняется письменно.

2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

- Контрольная работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, выбор метода не обоснован, расчет выполнен с ошибками, оценка составляет менее 50 баллов.
- Контрольная работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен не полностью, расчеты недостаточно обоснованы или имеют ошибки, оценка составляет 60 баллов.
- Контрольная работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, расчеты обоснованы, но имеют незначительные ошибки, оценка составляет 80 баллов.
- Контрольная работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, выбор метода обоснован, расчеты выполнены верно, оценка составляет 100 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Пример варианта контрольной работы

Для заданного объекта проверить устойчивость, управляемость, наблюдаемость, синтезировать регулятор модальным методом и изобразить его структурную схему, реализованную на звеньях задержки:

$$y(k+2)-0.8y(k+1)+0.4y(k)=0.3u(k+1)-0.2u(k),$$

$$\lambda_1 = -0.1, \quad \lambda_2 = 0.2, \quad \Delta = 0.02$$

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Цифровые системы управления», 7 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны выполнить 16 заданий по темам, которые приведены ниже.

Обязательные структурные части РГЗ: исходные данные, обоснование выбора метода исследования, расчетная часть, выводы.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, выбор метода не обоснован, расчет выполнен с ошибками, оценка составляет менее 50 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта выполнен не полностью, расчеты недостаточно обоснованы или имеют ошибки, оценка составляет 60 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, расчеты обоснованы, но имеют незначительные ошибки, оценка составляет 80 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, выбор метода обоснован, расчеты выполнены верно, оценка составляет 100 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. Перечень тем РГЗ(Р)

1. Переход от непрерывной модели объекта к дискретной
2. Передаточные функции дискретных систем
3. Переход от передаточной функции к разностному уравнению
4. Системы разностных уравнений, структурные схемы
5. Z-преобразование
6. Преобразование Тастина
7. Анализ устойчивости
8. Анализ процессов в линейных импульсных системах (ЛИС)
9. Анализ управляемости
10. Анализ наблюдаемости
11. Операторная процедура модального метода синтеза
12. Матричная процедура модального метода синтеза
13. Операторная процедура расчета наблюдателей
14. Матричная процедура расчета наблюдателей
15. Расчет наблюдателей пониженного порядка
16. Дискретные ПИД - регуляторы