

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ Системы с распределенными параметрами

: 27.04.04

: 1, : 2

		2
1	()	3
2		108
3	, .	45
4	, .	18
5	, .	18
6	, .	0
7	, .	18
8	, .	2
9	, .	7
10	, .	63
11	(, ,)	
12		

(): 27.04.04

1414 30.10.2014 . , : 01.12.2014 .

: 1, ,

(): 27.04.04

, 10/1 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

,

:

,

:

.

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ПК.1 способность формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач; в части следующих результатов обучения:	
2.	
Компетенция НГТУ: ПК.23.В способностью выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах; в части следующих результатов обучения:	
1.	

2.

2.1

--	--

.1. 2

1. уметь выбирать методы и средства решения задач автоматического управления				
.23. . 1				
2. знать современные методы построения систем управления в условиях неопределенности				

3.

3.1

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

: 2				
:				
1.	4	4	1, 2	
2.	5	5	1, 2	
:				
3.	4	4	1	
4.	5	5	1, 2	

4.

: 2				
1		1, 2	40	0
: (: ;) [] : - / . . . ; , [2011]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157269 . -				
2		2	10	0
: (: ;) [] : - / . . . ; , [2011]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157269 . -				
3		1, 2	13	7
: (: ;) [] : - / . . . ; , [2011]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157269 . - [] : - / . . . ; , [2017]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234963 . -				

5.

(. 5.1).

5.1

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

6.

(),

- 15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

: 2	
<i>Подготовка к занятиям:</i>	
<i>Дополнительная учебная деятельность:</i>	
<i>Практические занятия:</i>	30
<i>РГЗ:</i>	30
<i>Зачет:</i>	40

6.2

6.2

.1	2.	+	+
	.23. 1.	+	+

1

7.

1. Ротач В. Я. Теория автоматического управления : [учебник для вузов по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика)" направления подготовки "Автоматизированные технологии и производства"] / В. Я. Ротач. - М., 2005. - 399 с. : ил.

2. Рапопорт Э. Я. Анализ и синтез систем управления с распределенными параметрами : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавров и магистров "Автоматизация и управление" и направлению подготовки дипломированных специалистов "Автоматизация и управление"] / Э. Я. Рапопорт. - М., 2005. - 291, [1] с. : ил.

1. Тихонов А. Н. Уравнения математической физики : учебник для физико-математических специальностей университетов / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - М., 2004. - 798 с.

2. Бутковский А. Г. Методы управления системами с распределенными параметрами / А. Г. Бутковский. - М., 1975. - 568 с. : ил.

3. Бесекерский В. А. Теория систем автоматического регулирования : [монография] / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - М., 1975. - 768 с. : схемы

4. Рапопорт Э. Я. Структурное моделирование объектов и систем управления с распределенными параметрами : [учебное пособие для вузов по специальности "Управление и информатика в технических системах"] / Э. Я. Рапопорт. - М., 2003. - 298, [1] с. : ил.

5. Юркевич В. Д. Синтез нелинейных нестационарных систем управления с разнотемповыми процессами : [монография] / В. Д. Юркевич ; Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундам. науки на 1997-2000 гг.". - СПб., 2000. - 287 с. : ил.

6. Волков Е. А. Численные методы : учебное пособие / Е. А. Волков. - СПб. [и др.], 2004. - 248 с.

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. Бутырин В. И. Математический анализ. Спецглавы высшей математики. Группы ЭМ (лектор: доцент В.И. Бутырин) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. И. Бутырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000157269. - Загл. с экрана.

2. Бутырин В. И. Уравнения математической физики [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. И. Бутырин, А. В. Гобыш, Г. А. Кузин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234963. - Загл. с экрана.

8.2

1 MATLAB

9. -

1	(Internet)	Internet

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Системы с распределенными параметрами 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.1/НИ способность формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач	у2. уметь выбирать методы и средства решения задач автоматического управления	Анализ управляемости, наблюдаемости. Изучение методов численного моделирования процессов в системах с распределенными параметрами. Изучение свойств уравнения колебаний струны. Изучение свойств уравнения теплопроводности (диффузии). Моделирование динамических процессов для одномерного волнового уравнения в базе собственных функций. Моделирование динамических процессов для одномерного волнового уравнения методом конечных разностей. Моделирование динамических процессов для одномерного уравнения теплопроводности методом конечных разностей.	РГЗ	Зачет, вопросы 1-20
ПК.23.В способностью выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах	з1. знать современные методы построения систем управления в условиях неопределенности	Анализ управляемости, наблюдаемости. Изучение методов синтеза систем автоматического управления для объектов с распределенными параметрами. Изучение методов численного моделирования процессов в системах с распределенными параметрами. Изучение свойств уравнения колебаний струны. Моделирование динамических процессов для одномерного волнового уравнения методом конечных разностей. Моделирование динамических процессов для одномерного уравнения теплопроводности в базе собственных функций. Моделирование динамических процессов для одномерного уравнения теплопроводности методом конечных разностей. Построение наблюдателей. Управляемые процессы с распределенными параметрами.	РГЗ	Зачет, вопросы.1-20

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1/НИ, ПК.23.В.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

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

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

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

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.1/НИ, ПК.23.В, 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 автоматики

Паспорт зачета

по дисциплине «Системы с распределенными параметрами», 2 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-10, второй вопрос из диапазона вопросов 11-20 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет АВТФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Системы с распределенными параметрами»

1. Общий вид решения однородного одномерного уравнения колебаний струны.
2. Методика модального метода синтеза для одномерного уравнения теплопроводности с конечным числом управляющих воздействий.

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

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0-49 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает неприципиальные ошибки, например, _____ вычислительные, оценка составляет 50-70 баллов.
- Ответ на билет для зачета 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 71-89 баллов.

- Ответ на билет для зачета 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 90-100 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за расчетно-графическое задание (работу) нормируются и учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Для итоговой аттестации по дисциплине используется модульно-рейтинговая оценка знаний. При этом итоговый рейтинг студента определяется в виде:

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

где R_0 - относительный текущий рейтинг по дисциплине, который определяется как сумма оценок, набранных студентом по всем видам занятий в течение семестра (за расчетно-графическое задание), по отношению к максимальному текущему рейтингу R_{\max} ; R_e - относительный рейтинг зачета. На основе итогового рейтинга выставляется итоговая оценка по дисциплине в традиционной форме и в соответствии с 15-уровневой шкалой оценок ECTS.

Зачет считается сданным, если итоговый рейтинг студента оставляет не менее 50 баллов (из 100 возможных).

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

Оценка	Значение	Диапазон баллов рейтинга	Традиционная (5-балльная) шкала оценки
A+	«Отлично» – работа высокого качества, уровень выполнения 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	90-100	отлично
A			
A-			
B+	«Очень хорошо» – работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения	80-89	хорошо
B			
B-			

Оценка	Значение	Диапазон баллов рейтинга	Традиционная (5-балльная) шкала оценки
	большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному		
С+	«Хорошо» – уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые	70-79	
С	практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения		
С-	учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки		
D+	«Удовлетворительно» – уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое	60-69	удовлетворительно
D	содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного		
D-	характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками		
E	«Посредственно» – работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	50-59	
FX	«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	25-49	неудовлетворительно
F	«Неудовлетворительно» (без возможности	0-24	

Оценка	Значение	Диапазон баллов рейтинга	Традиционная (5-балльная) шкала оценки
	пересдачи) – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий		

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Системы с распределенными параметрами»

1. Вывод одномерного уравнения теплопроводности.
2. Общий вид решения однородного одномерного уравнения теплопроводности для случая теплоизолированных границ.
3. Общий вид решения однородного одномерного уравнения теплопроводности для случая заданных температур на границах.
4. Общий вид решения неоднородного одномерного уравнения теплопроводности для случая теплоизолированных границ.
5. Вывод одномерного уравнения колебаний струны.
6. Общий вид решения однородного одномерного уравнения колебаний струны.
7. Общий вид решения неоднородного одномерного уравнения колебаний струны.
8. Вывод выражения для передаточной функции одномерного уравнения теплопроводности с управлением на границе с произвольным размещением измерительного датчика.
9. Условие управляемости для первых N временных мод одномерного уравнения теплопроводности с одним управляющим воздействием.
10. Методика модального метода синтеза для одномерного уравнения теплопроводности с распределенным управляющим воздействием.
11. Методика модального метода синтеза для одномерного уравнения теплопроводности с одним управляющим воздействием.
12. Методика модального метода синтеза для одномерного уравнения теплопроводности с конечным числом управляющих воздействий.
13. Методика частотного метода синтеза для одномерного уравнения теплопроводности с распределенным управляющим воздействием.
14. Расчет параметров ПИ регулятора методом разделения движений для одномерного уравнения теплопроводности с распределенным управляющим воздействием.
15. Расчет параметров ПИ регулятора методом разделения движений для одномерного уравнения теплопроводности с конечным числом управляющих воздействий.
16. Условие наблюдаемости для первых N временных мод одномерного уравнения теплопроводности с одним измерительным датчиком.
17. Синтез наблюдателя для первых N временных мод одномерного уравнения теплопроводности с одним измерительным датчиком.
18. Реализация анализатора мод и синтезатора мод.
19. Методы численного и структурного моделирования систем с распределенными параметрами.
20. Классификация уравнений в частных производных второго порядка.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Системы с распределенными параметрами», 2 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны рассмотреть математическую модель заданной динамической системы с распределенными параметрами, провести анализ свойств данного динамического объекта, выбрать методы и средства для моделирования процессов для заданного объекта с распределенными параметрами.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны подготовить теоретическое описание решения поставленной задачи, разработать программу для численного моделирования динамических процессов в заданной системе используя средства Matlab/Simulink, выполнить численное моделирование и оформить отчет по результатам выполнения РГЗ.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Теоретическое описание решения поставленной задачи.
2. Описание программ для численного моделирования.
3. Результаты численных экспериментов.
4. Анализ результатов, сравнение результатов с аналитическим решением для тестовых примеров.
5. Приложение (распечатки программы).
6. Выводы.
7. Список литературы.

Оцениваемые позиции: полнота теоретического описания решения поставленной задачи, корректность результатов численного моделирования и их соответствие результатам теоретического анализа, обоснованность алгоритмов и средств для реализации программы для численного моделирования, степень обоснования выводов по результатам работы.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ(Р), отсутствует анализ объекта, отсутствует вывод и обоснование математической модели, аппаратные и программные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 0-49 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: анализ объекта без соответствующего математического обоснования, алгоритмы моделирования недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 50- 70 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, математическая модель и алгоритмы для моделирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 71- 89 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, математическая модель и алгоритмы обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 90- 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.

В общей оценке по дисциплине баллы за выполнение расчетно-графического задания (работы) нормируются и учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Для итоговой аттестации по дисциплине используется модульно-рейтинговая оценка знаний. При этом итоговый рейтинг студента определяется в виде:

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

где R_0 - относительный текущий рейтинг по дисциплине, который определяется как сумма оценок, набранных студентом по всем видам занятий в течение семестра (за РГЗ), по отношению к максимальному текущему рейтингу R_{max} ; R_e - относительный рейтинг зачета. На основе итогового рейтинга выставляется итоговая оценка по дисциплине в традиционной форме и в соответствии с 15-уровневой шкалой оценок ECTS.

Оценка	Значение	Диапазон баллов рейтинга	Традиционная (5-балльная) шкала оценки
A+	«Отлично» – работа высокого качества, уровень выполнения 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	90-100	отлично
A			
A-			
B+	«Очень хорошо» – работа хорошая, уровень выполнения отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	80-89	хорошо
B			
B-			
C+	«Хорошо» – уровень выполнения работы 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	70-79	
C			
C-			удовлетворительно

Оценка	Значение	Диапазон баллов рейтинга	Традиционная (5-балльная) шкала оценки
	выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки		
D+	«Удовлетворительно» – уровень выполнения работы 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	60-69	
D			
D-			
E	«Посредственно» – работа слабая, уровень выполнения не отвечает большинству требований, теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	50-59	
FX	«Неудовлетворительно» (с возможностью пересдачи) – теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	25-49	неудовлетворительно
F	«Неудовлетворительно» (без возможности пересдачи) – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	0-24	

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Вариант задания. Моделирование динамических процессов для одномерного волнового уравнения методом конечных разностей. Исследование собственных и вынужденных переходных процессов, временных и частотных характеристик. Разработка программы, численное моделирование, сравнительный анализ результатов моделирования с аналитическим решением. Модель системы с распределенными параметрами задана уравнением вида:

$$\frac{\partial^2 Q(x,t)}{\partial t^2} + c \frac{\partial Q(x,t)}{\partial t} = \alpha^2 \frac{\partial^2 Q(x,t)}{\partial x^2} + bu(x,t),$$

где x - пространственная переменная, $0 \leq x \leq l$, $u(x,t)$ - пространственно распределенное управляющее воздействие. Начальные условия:

$$Q(x,t=0) = \sum_{n=1}^6 q_n^0 \varphi_n(x), \quad \left. \frac{\partial Q(x,t)}{\partial t} \right|_{t=0} = \sum_{n=1}^6 q_n^1 \varphi_n(x),$$

где $\varphi_n(x)$ - собственные функции однородного волнового уравнения.

Граничные условия:

$$Q(x,t)|_{x=0} = 0, \quad Q(x,t)|_{x=l} = 0.$$

Управляющее воздействие формируется вида:

$$u(x,t) = \sum_{n=1}^6 u_n^0 \varphi_n(x), \quad u(\bar{x},t) = u_0 \cdot 1(t), \quad u(\bar{x},t) = u_0 \cdot \delta(t), \quad u(\bar{x},t) = u_0 \cdot \sin(\omega t).$$

Параметры $q_n^0, q_n^1, l, \alpha, c, b, u_n^0, u_0, \omega, \bar{x}$ - произвольно задаваемые в программе постоянные величины, где $0 < \bar{x} < l$. Предусмотреть отображение графиков функций $Q(x,t)$, $u(x,t)$.

5. Пример оформления титульного листа отчета по РГЗ(Р)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА АВТОМАТИКИ

Расчетно-графическое задание

по дисциплине
«Системы с распределенными параметрами»

Факультет: АВТ

Группа:

Студент:

Преподаватель:

Вариант № 1

Дата сдачи:

Новосибирск 2016