

Министерство образования Российской Федерации
Санкт-Петербургский государственный университет
низкотемпературных и пищевых технологий



Кафедра автоматики и автоматизации
производственных процессов

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

Методические указания
и варианты заданий контрольных работ
и курсового проекта
для студентов специальности 210200
факультета заочного обучения и экстерната

Санкт-Петербург 2003

УДК 621

Стегаличев Ю.Г., Замарашкина В.Н. Автоматизация технологических процессов и производств: Метод. указания и варианты заданий контрольных работ и курсового проекта для студентов спец. 210200 факультета заочного обучения и экстерната. – СПб.: СПбГУ-НиПТ, 2003. – 30 с.

Приведены содержание разделов, вопросы для самопроверки, список используемой литературы и варианты заданий для выполнения контрольных работ и курсового проекта.

Рецензент

Канд. техн. наук, доц. О.И. Сергиенко

Одобрены к изданию советом факультета техники пищевых производств

© Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, 2003

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Автоматизация технологических процессов и производств» изучается студентами факультета заочного обучения и экстерната на 5-м курсе в следующем объеме: лекции – 6 ч, лабораторные занятия – 8 ч. При этом студенты выполняют две контрольные работы и курсовой проект. Завершается курс сдачей зачета и экзамена.

Материал по разделам курса студенты изучают самостоятельно, используя рекомендованные литературные источники [1 – 15].

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Предисловие

Целью преподавания дисциплины «Автоматизация технологических процессов и производств» является подготовка студентов к самостоятельному решению задач автоматизации технологических процессов мясной, молочной и пищевой промышленности.

1.1. Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны:

1) знать:

– тенденцию развития систем автоматизации технологических процессов отрасли и перспективы применения новых технических средств;

– основные схемы автоматизации типовых объектов отрасли;

– структуру и функции автоматизированных систем управления;

– задачи и алгоритмы централизованной обработки информации, стабилизации, программно-логического и оптимального управления технологическими процессами отрасли в АСУ;

– принципы организации и состав программного обеспечения технологических интегрированных автоматизированных систем управления технологическими процессами;

2) уметь:

– анализировать уровень автоматизации по требованию заказчика;

- разработать схему автоматизации для конкретного объекта;
- применять методы анализа и моделирования технологического процесса или объекта управления при решении задач автоматизации;
- осуществлять анализ характеристик объекта и расчет параметров системы автоматического регулирования применительно к объекту;
- разработать алгоритмы и программы контроля за конкретными объектами отрасли.

1.2. Рекомендации по изучению дисциплины

Для изучения данной дисциплины студент должен знать материал следующих учебных курсов: «Моделирование систем», «Теория управления», «Технические средства автоматизации», «Моделирование объектов управления пищевой промышленности».

Знания, полученные при изучении дисциплины используются в курсах «Проектирование систем автоматизации», а также при курсовом и дипломном проектировании.

2. Содержание дисциплины

2.1. Подготовка технологических процессов и производств пищевой промышленности к автоматизации

Классификация оборудования пищевых производств как объектов управления. Формулировка задачи управления основными видами оборудования. Модернизация оборудования в целях улучшения управляемости объекта при всех режимах эксплуатации.

Классификация технологических процессов пищевых производств как объектов управления. Формулировка задачи управления в каждом классе. Модернизация технологических циклов для сокращения объема действий оператора при управлении объектом.

Управление технологическими комплексами производств пищевых продуктов. Организационные (диспетчерские), экономические, микробиологические, экологические и энергозатратные составляющие в интегрированных автоматизированных системах управления.

Выбор уровня автоматизации по требованию заказчика технологического комплекса производства пищевой продукции. Автоматические и автоматизированные комплексы. Безлюдный режим работы оборудования.

Анализ требований к техническим требованиям автоматизации (ТСА) в период эксплуатации на объекте. Выбор типа ТСА.

2.2. Системы управления оборудованием и технологическими процессами пищевых производств на базе локальных технических средств автоматизации

Контуры автоматизации технологического оборудования и транспортных систем на базе специализированных технических средств автоматизации, поставляемых с оборудованием.

Локальные системы автоматизации технологического оборудования и транспортных систем на базе унифицированных ТСА.

Измерение, контроль предельных значений и регистрация параметров в локальных системах управления.

Стабилизация параметров, программное и связанное регулирование в локальных системах управления.

Анализ условий работы контура регулирования на объекте. Формирование требований к качеству работы систем автоматического регулирования на объекте. Выбор структуры, закона регулирования, параметров настройки регулятора, технических средств автоматизации.

Локальные системы автоматизации грузопереработки.

Программно-логическое управление периодическими и дискретными операциями в локальных системах управления.

Сигнализация, блокировка, предупредительная и аварийная защита в локальных системах управления.

Организация взаимодействия оператора и ТСА в локальных системах автоматизации при управлении объектом, наладке и обслуживании ТСА.

2.3. Автоматизированные системы управления технологическими процессами пищевых производств

Реализация автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) пищевых производств на базе специализированных контроллеров и локальных технических средств автоматики.

Реализация АСУТП на базе программно-логических комплексов.

Разработка алгоритмов управления объектом через АСУТП. Привязка операций управления к реальному времени технологического процесса. Формулировка требований к качеству работы комплексной автоматизированной системы управления.

Информационное обеспечение АСУТП. Каналы поступления информации в автоматизированный комплекс.

Метрологическое обеспечение информационных связей в АСУТП. Выбор метода и периодичности получения информации о численном значении контролируемого параметра.

Реализация в АСУТП управляющих воздействий на объект.

Организация накопления, обработки и хранения информации в АСУТП.

Программное и математическое обеспечение задач управления в АСУТП.

Организация работы оператора в АСУТП.

Системы централизованного измерения, контроля предельных значений и регистрации параметров. Автоматизированный анализ (мониторинг) производственных ситуаций на объекте, изменений состояния оборудования, параметров энергоносителей, запасов сырья.

Особенности формирования контуров стабилизации, программного и связанного регулирования параметров в комплексных системах управления. Адаптация автоматизированных систем регулирования (АСР) к изменению ситуации на объекте.

Управление циклическими технологическими операциями в АСУТП. Взаимосвязь с другими контурами АСУТП.

Реализация программно-логических систем управления технологическими процессами в АСУТП.

Адаптация АСУТП к изменению производственной ситуации на объекте. Использование методов программной и поисковой опти-

мизации режимов работы технологического оборудования для адаптации автоматизированных систем управления.

Разработка, внедрение, техническое обслуживание и модернизация АСУТП.

2.4. Интегрированные системы автоматизации и управления технологическими комплексами производств и предприятиями пищевой промышленности

Реализация интегрированных систем управления предприятиями иерархической структуры. Функции автоматизированных программно-технических комплексов на каждом уровне иерархии. Способы связи между уровнями иерархии.

Информационное, математическое, алгоритмическое и программное обеспечение интегрированных систем управления. Организация банка данных в АСУТП. Накопление и хранение информации. Ведение протокола.

Реализация в системе функций оптимизации режимов работы технологического комплекса при изменении производственных ситуаций на объекте.

Использование в интегрированных системах управления функций мониторинга технологических, микробиологических и экологических характеристик объекта управления.

3. Вопросы для самопроверки

К подразделу 2.1

1. Сформулируйте в общем виде основную задачу управления многофакторным объектом.

2. Каким образом реализуется система управления основными видами оборудования пищевой промышленности по принципу «контроль отклонения»?

3. Каким образом реализуется система управления технологическим процессом пищевой промышленности по принципу «контроль возмущения»?

4. Проведите структурно-параметрический анализ технологической операции в целях выявления основных каналов поступления неуправляемых возмущений и реализации каналов управления.

5. Как выбрать канал управления технологическим оборудованием?

6. Проведите анализ диапазона варьирования возмущений и управляемых воздействий в технологическом процессе, обеспечивающих управляемость объекта; предложите пути модернизации технологического цикла в целях расширения диапазона управляемости.

7. Как реализуются организационные (диспетчерские) и контрольно-учетные задачи в комплексных системах управления производством пищевых продуктов?

8. Как реализуются экономические, энергозатратные, экологические оптимизационные задачи в комплексных системах управления производством пищевых продуктов?

К подразделу 2.2

1. Назовите преимущества и недостатки систем управления оборудованием, реализованных на базе специализированных ТСА, поставляемых с оборудованием.

2. Приведите пример локальной системы измерения, контроля предельных значений и регистрации параметров, реализованный на унифицированных ТСА.

3. Какие характеристики объекта регулирования и производственные ситуации на объекте необходимо определить для выбора структуры АСР, закона регулирования и расчета параметров настройки регулятора?

4. Приведите пример системы позиционного регулирования с использованием ТСА локального типа.

5. Приведите пример реализации функционального закона регулирования с использованием ТСА локального типа.

6. Какие сведения об объекте управления необходимо получить для разработки алгоритма программно-логического управления?

7. Назовите основные операторы, которыми пользуются при формировании алгоритма программно-логической системы управления.

8. Какие способы обмена информацией между оператором и ТСА используются в локальных системах управления?

К подразделу 2.3

1. По каким каналам может поступать информация в комплексную систему управления технологическим процессом?
2. Что означает термин «привязка к реальному времени операций управления технологическим комплексом»?
3. Каким образом реализуются задачи измерения, контроля предельных значений, регистрации и формирования протокола в АСУТП?
4. Укажите особенности реализации контуров регулирования и программно-логического управления в комплексной системе управления.

К подразделу 2.4

1. Перечислите уровни иерархии в интегрированных системах управления производственно-технологическими комплексами и предприятиями.
2. Как организовано накопление и хранение информации в АСУТП? Поясните понятия «банк данных» и «протокол» в автоматизированной системе.
3. Укажите вариант использования информационно-учетных функций АСУТП для контроля изменения технологических, микробиологических и экологических характеристик технологического комплекса.

4. Указания по выполнению контрольных работ

Целью выполнения контрольных работ является закрепление на конкретных примерах самостоятельно проработанного материала.

Студент выполняет две контрольные работы. В приложении 1 приведены варианты индивидуальных заданий контрольной работы № 1, в приложении 2 – контрольной работы № 2. Номер индивидуального задания соответствует последней цифре Вашего шифра. Вопросы подобраны таким образом, чтобы охватить основные разделы программы изучаемого курса.

Контрольная работа № 1 состоит из пяти заданий. При выполнении первого задания рекомендуется пользоваться литературой [1–3, 5, 11]; второго, третьего и четвертого заданий – [3, 7].

Контрольная работа № 2 состоит из двух заданий. При выполнении первого задания рекомендуется пользоваться литературой [1, 6, 10]; при выполнении второго – [1, 6].

Контрольная работа должна быть написана четко и аккуратно. Ответы на вопросы должны быть даны в той последовательности, в которой они размещены в методических указаниях.

Не следует переписывать содержание задания, нужно лишь указать его порядковый номер.

Отвечать следует своими словами, кратко и четко. Не допускается переписывание текста из книг и пособий.

5. Указания по выполнению курсового проекта

В проекте разрабатывается система автоматического управления технологическим процессом, определенным индивидуальным заданием для каждого студента. Варианты заданий на курсовое проектирование приведены в приложениях 3 и 4. Номер индивидуального задания соответствует последней цифре Вашего шифра.

Содержание курсовой работы:

1. Доработать и оформить по ГОСТ 21404–85 на листе формата А2 функциональную схему автоматизации для технологического комплекса, указанного в приложении 3 по Вашему варианту.

2. При доработке схемы следует выполнить приведенное в приложении 4 индивидуальное задание по детальной разработке отдельных контуров управления. Дать описание этих разработок и реализовать их на функциональной схеме.

3. Составить описание доработанной функциональной схемы и заказную ведомость технических средств автоматизации, выбранных для ее реализации, используя каталоги, например [12–15] и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брусиловский Л.П., Вайнберг Л.Я. АСУТП цельномолочных и молочноконсервных производств. – М.: Колос, 1993. – 363 с.

2. Брусиловский Л.П., Вайнберг Л.Я. Автоматизация технологических процессов в молочной промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1978. – 344 с.

3. Автоматика и автоматизация производственных процессов мясной и молочной промышленности / В.В. Митин, В.И. Усков, Н.И. Смирнов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 235 с.
4. Справочник проектировщика АСУТП / Под ред. Г.Л. Смилянского. – М.: Машиностроение, 1983. – 525 с.
5. Лапшин А.А. Основы комплексной автоматизации технологических процессов мясной и молочной промышленности. – М.: Пищ. пром-сть, 1978. – 296 с.
6. Автоматизированные системы управления технологическими процессами в мясной и молочной промышленности / В.А. Граф, Н.А. Рогов, Ю.Г. Стегаличев, А.Д. Фрезоргер. – М.: Агропромиздат, 1985. – 280 с.
7. Бессонов Р.В. Автоматизация технологических процессов мясной и молочной промышленности (локальные системы): Учеб. пособие. – Л.: ЛТИХП, 1985. – 81 с.
8. Бессонов Р.В. и др. Выбор и настройка регулятора: Метод. указания. – Л.: ЛТИХП, 1984. – 24 с.
9. Бессонов Р.В., Стегаличев Ю.Г. Двухпозиционное регулирование: Метод. указания. – Л.: ЛТИХП, 1983. – 34 с.
10. Стегаличев Ю.Г. и др. Реализация программно-логических задач на контроллере МКП-1. – СПб.: СПбГАХПТ, 1995. – 50 с.
11. Евдокимова Г.М., Селевцов Л.И. Автоматизация производственных процессов в мясной и молочной промышленности. – М.: Колос, 2000. – 240 с.
12. Номенклатурный каталог концерна «Метран». – Челябинск, 1998. – 307 с.
13. Каталог «Средства автоматизации». – М: ОАО МЗТА, 2002. – 52 с.
14. Каталог фирмы ProSoftce «Все необходимое для автоматизации. Решение на базе персональных компьютеров»: – М.: Advantech. Русское изд., 2002. – 270 с.
15. Каталог. «Средства измерения, регулирования и защиты». – М.: ПО «Овен», 2002. – 96 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Варианты индивидуальных заданий к контрольной работе № 1

1. На рис. 101 [3, с. 188] и рис. 19 [2, с. 34–39] изображена функциональная схема автоматизации пастеризационно-охладительной установки, которая включает контуры автоматизации различного функционального назначения. Перечислите и опишите способ реализации в данной схеме следующих контуров:

варианты 1, 2 – контуров, реализующих информационно-учетные задачи;

варианты 3, 4 – контуров, реализующих функции аварийной сигнализации, блокировки и защиты;

варианты 5, 6 – контуров, реализующих задачи регулирования параметров «по возмущению»;

варианты 7, 8 – контуров, реализующих задачи регулирования параметров «по отклонению»;

варианты 9, 0 – контуров, реализующих задачи операторного управления режимами работы оборудования.

2. Функциональная схема автоматизации камеры созревания сырокопченых колбас на рис. 103 учебника [3, с. 194–198] включает несколько контуров регулирования параметров. Для выбора закона регулирования и расчета параметров настройки регулятора необходимо определить характеристики объекта и требования к качеству работы регулятора. Перечислите, какие параметры должны быть определены, и предложите их численные значения либо методику определения их численных значений:

варианты 1, 2 – для контура регулирования температуры воздуха на входе в камеру созревания колбас (выход из теплообменника IУ);

варианты 3, 4 – для контура регулирования температуры воздуха на выходе охладителя-осушителя III (температуры «точки росы»);

варианты 5, 6 – для контура регулирования температуры воздуха на входе в систему наружного воздуха;

варианты 7, 8 – для контура регулирования температуры воздуха в объеме камеры созревания колбас;

варианты 9, 0 – для контура регулирования влажности воздуха в объеме камеры созревания колбас.

3. На рис. 1–5 показаны экспериментально определенные переходные характеристики объекта регулирования. Назовите тип объекта, обладающего характеристикой Вашего варианта. Определите вид и оцените численные значения коэффициентов уравнения динамики и передаточной функции по экспериментальной кривой.

4. Рассчитать характеристики контура регулирования температуры продукта на выходе теплообменного аппарата. Возмущающее воздействие на объект – изменение температуры энергоносителя на входе в аппарат (°С). Управляющее воздействие – изменение величины открытия клапана подачи энергоносителя (процент хода регулирующего органа (% ХРО)). Используя графоаналитический метод, выбрать закон регулирования и параметры настройки регулятора для условий, указанных в табл. 1 и 2 по Вашему варианту.

t	y	x
0	20	10
10	20	10
20	20	10
30	20	10
40	20	10
50	20	10
55	20	30
60	20	30
80	20	30
90	20	30
100	20	30
105	60	30
110	60	30
130	60	30
140	60	30
150	60	30
160	60	30
170	60	30
180	60	30
190	60	30
200	60	30
210	60	30
220	60	30
230	60	30
240	60	30
250	60	30
260	60	30
270	60	30
280	60	30
290	60	30
300	60	30

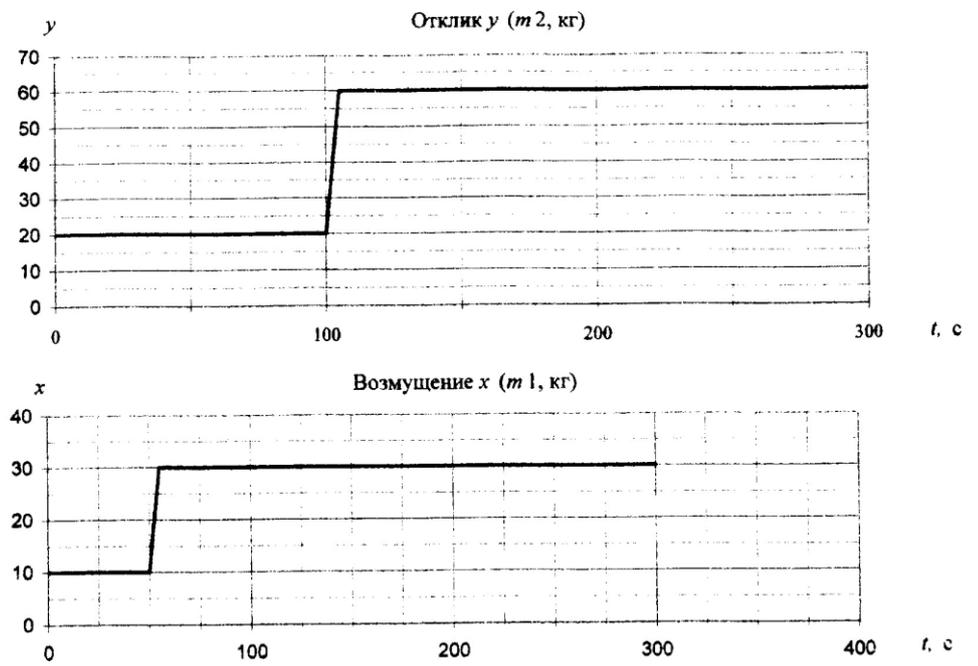


Рис. 1. Переходная характеристика шнекового дозатора

t	y	x
0	30	20
10	30	20
20	30	20
30	30	20
40	30	20
50	30	20
55	30,95	30
60	31,81	30
80	34,51	30
90	35,51	30
100	36,32	30
110	36,99	30
120	37,53	30
130	37,98	30
140	38,35	30
150	38,65	30
160	38,89	30
170	39,09	30
180	39,26	30
190	39,39	30
200	39,50	30
210	39,59	30
220	39,67	30
230	39,73	30
240	39,78	30
250	39,82	30
260	39,85	30
270	39,88	30
280	39,90	30
290	39,92	30
300	39,93	30

с

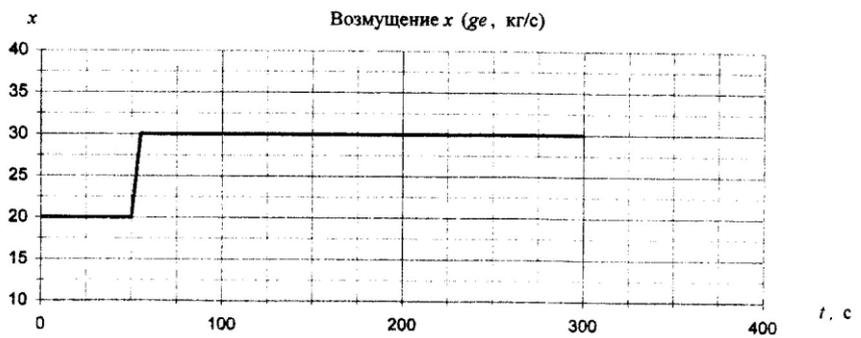
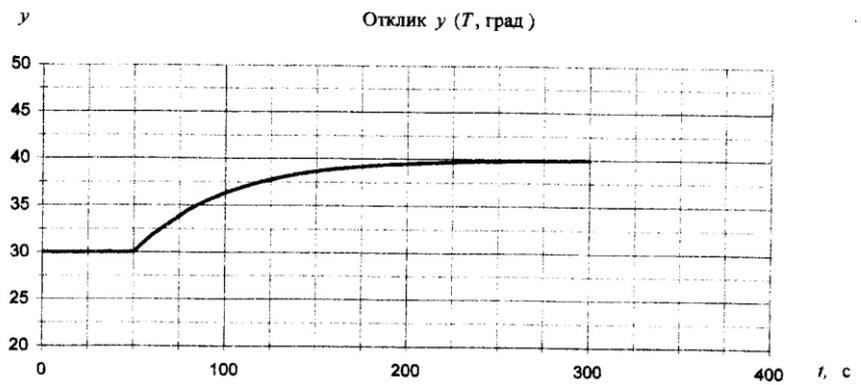


Рис. 2. Переходная характеристика однозвенного теплообменного аппарата

t	y	x
0	30	20
10	30	20
20	30	20
30	30	20
40	30	20
50	30	20
55	30,06	30
60	30,22	30
80	31,45	30
90	32,25	30
100	33,07	30
110	33,87	30
120	34,62	30
130	35,32	30
140	35,95	30
150	36,52	30
160	37,02	30
170	37,46	30
180	37,84	30
190	38,17	30
200	38,45	30
210	38,69	30
220	38,90	30
230	39,08	30
240	39,23	30
250	39,35	30
260	39,46	30
270	39,55	30
280	39,62	30
290	39,69	30
300	39,74	30

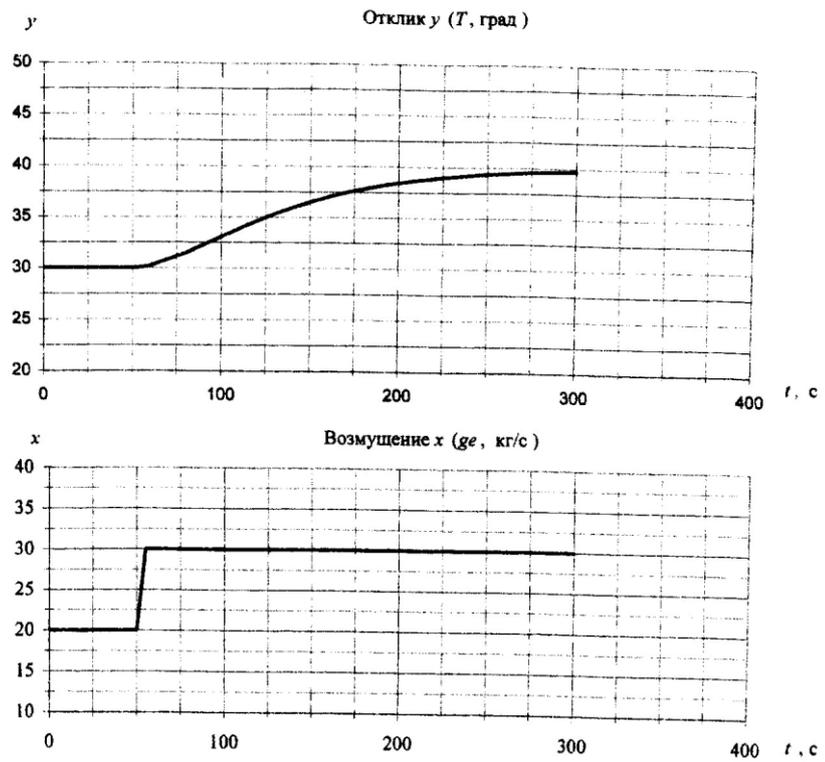


Рис.3. Переходная характеристика двухзвенного теплообменного аппарата

t	y	x
0	3	0
10	3	0
20	3	0
30	3	0
40	3	0
50	3	0
55	3,2	2
60	3,4	2
80	4,2	2
90	4,6	2
100	5	2
105	5	0
110	5	0
130	5	0
140	5	0
150	5	0
155	4,9	-1
160	4,8	-1
180	4,4	-1
190	4,2	-1
200	4	-1
210	3,8	-1
220	3,6	-1
230	3,4	-1
240	3,2	-1
250	3	-1
260	2,8	-1
270	2,6	-1
275	2,6	0
280	2,6	0
300	2,6	0

17

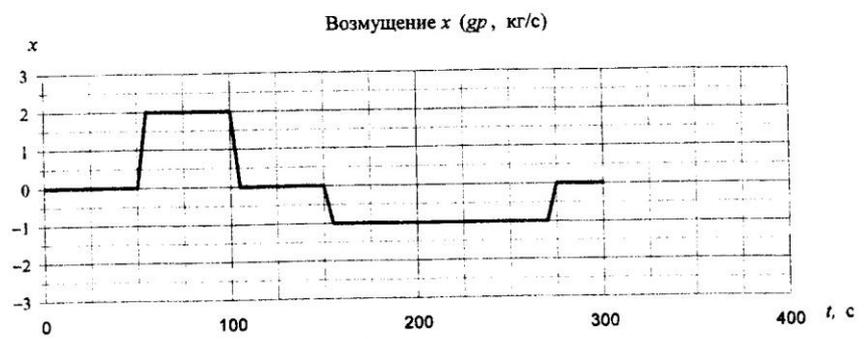
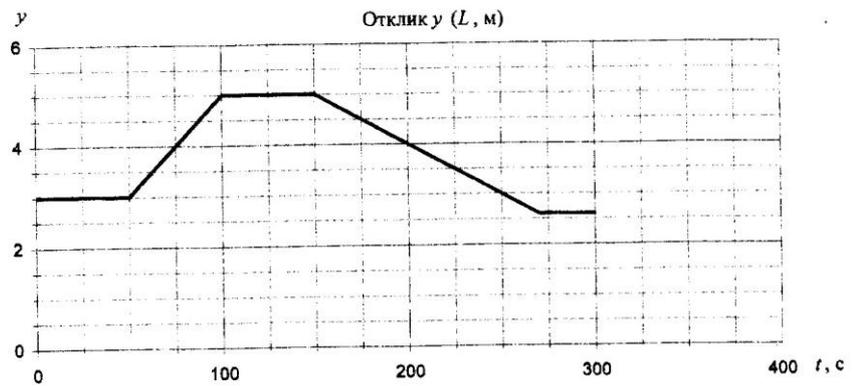


Рис. 4. Переходная характеристика аккумулирующего бака

t	y	x
0	6	0
10	6	0
20	6	0
30	6	0
40	6	0
50	6	0
55	5,98	-2
60	5,94	-2
80	5,56	-2
90	5,28	-2
100	4,97	-2
110	4,64	-2
120	4,28	-2
130	3,92	-2
140	3,54	-2
150	3,16	-2
160	2,77	-2
165	2,8	0
180	2,8	0
183	2,84	1
190	2,91	1
210	3,05	1
220	3,09	1
230	3,12	1
240	3,15	1
250	3,16	1
260	3,17	1
270	3,18	1
280	3,19	1
290	3,19	1
300	3,19	1

18

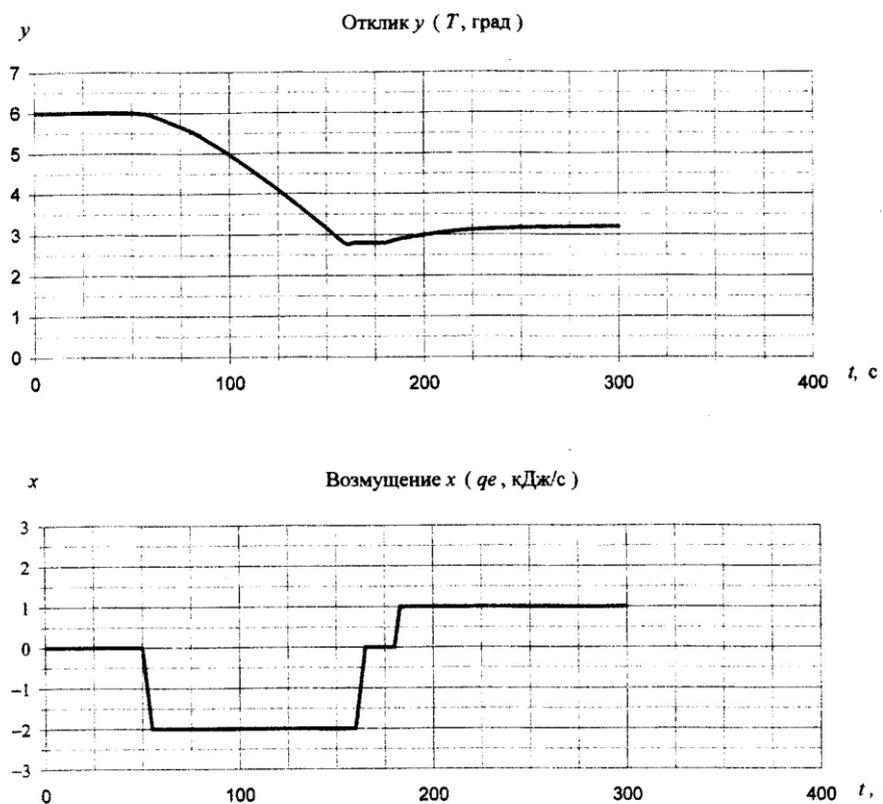


Рис. 5. Переходная характеристика холодильной камеры

Таблица 1

Характеристики объекта

Параметр объекта	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Коэффициент передачи по каналу управления, °С / % ХРО	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0
Коэффициент передачи по каналу возмущения, °С / °С	0,5	0,5	0,5	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
Постоянная времени, с	50	60	70	80	80	70	60	50	60	70
Время запаздывания, с	5	5	5	6	7	7	4	6	6	8
Максимальное возмущающее воздействие, °С	20	20	20	15	15	15	10	20	10	10

Таблица 2

Требования к качеству регулирования

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Время регулирования, с	30	30	35	35	40	40	45	35	30	30
Допустимое отклонение регулируемого параметра, °С	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1
Тип переходного процесса регулятора при максимальном возмущении	Процесс апериодический			Процесс с 20 %-м перерегулированием				Процесс с минимальной интегральной ошибкой		

Варианты индивидуальных заданий к контрольной работе № 2

1. На указанных в вариантах заданий рисунках изображены функциональные схемы автоматизации технологических комплексов, требующих реализации программно-логических операций управления. Составьте алгоритм и таблицу информационного обеспечения, выберите комплект технических средств автоматизации и вид программного обеспечения для реализации указанной схемы.

Варианты 1, 2 – управление установкой для приготовления молочной закваски [1, с. 111–114 (рис. 4.10)].

Варианты 3, 4 – управление установкой приготовления мясного фарша [3, с. 191–194 (рис. 102)].

Варианты 5, 6 – управление емкостью для хранения молока [1, с. 41–43 (рис. 2.3, б)].

Варианты 7, 8 – управление режимами пастеризационно-охладительной установки [1, с. 75–91 (рис. 3.4)].

Варианты 9, 0 – управление локальной установкой циркуляционной мойки оборудования [1, с. 180–183 (рис. 7.6)].

2. Для создания интегрированной системы управления предприятием, в составе которого используются три камеры созревания сырокопченых колбас (функциональная схема – рис. 103 [3, с. 194–198]:

– определите объем, содержание, а также способ реализации информационных сообщений, которые должен вводить оператор-технолог в период загрузки, работы и разгрузки камер (варианты 1, 2);

– определите перечень информационных каналов, по которым должна поступать информация от объекта на различные уровни иерархии системы управления, а также содержание и способ передачи такой информации (варианты 3, 4);

– предложите форму и содержание мнемосхемы для визуализации режима работы и значений параметров работы камеры созревания на момент контроля (варианты 5, 6);

– составьте циклограмму привязки к реальному времени технологического процесса в данной камере операций контроля и управления, формируемых в АСУТП (варианты 7, 8);

– предложите форму и содержание протокола о качестве работы данной камеры, формируемого на верхнем уровне иерархии, например в планово-диспетчерской службе предприятия (варианты 9, 0).

Приложение 3

Варианты индивидуальных заданий на курсовой проект

Варианты 1, 2. Разработать систему автоматизированного управления группой камер для созревания сырокопченых колбас [3, с. 194–198 (рис. 103)].

Варианты 3, 4. Разработать систему автоматизированного управления пастеризационно-охладительной установкой [1, с. 75–91 (рис. 3.4)], [2, с. 34–39 (рис. 19)], [3, с. 188 (рис. 101)].

Варианты 5, 6. Разработать систему автоматизированного управления ванной для приготовления сырного сгустка [3, с. 198–200 (рис. 104)], [2, с. 127–129 (рис. 59)].

Варианты 7, 8. Разработать систему автоматизированного управления маслоизготовителем [3, с. 200–202 (рис. 105)], [2, с. 114–117].

Варианты 9, 0. Разработать систему автоматизированного управления производственным холодильником [3, с. 204–206 (рис. 107)].

Варианты индивидуальных заданий по доработке функциональной схемы

Вариант 1

1. Дополнить схему контуром, обеспечивающим автоматический контроль равномерности распределения температуры воздуха в объеме камеры созревания и аварийную сигнализацию при возникновении температурного перекося.

2. Выбрать тип регулятора и параметры его настройки для контура регулирования температуры воздуха в камере смешения наружного и рециркуляционного воздуха (контур 6–1, 6–2, 6–3, 6–4). Динамические свойства объекта регулирования (теплообменник П + камера смешения) определить по переходной функции, показанной на рис. 3, где:

для возмущающего воздействия: $\Delta x = x_2 - x_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ – изменение температуры наружного воздуха; $\Delta y = y_2 - y_1 = 2 \text{ }^\circ\text{C}$ – изменение температуры воздуха в камере смешения (регулируемая величина);

для управляющего воздействия: $\Delta x = x_2 - x_1 = 2 \text{ \% ХРО}$ – перемещение регулирующего клапана 6–4 на открытие; $\Delta y = y_2 - y_1 = 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ – изменение температуры воздуха в камере смешения.

Вариант 2

1. Дополнить схему контуром, обеспечивающим автоматическое переключение режимов работы воздухоохладителя-осушителя кондиционера Ш в зависимости от времени выдержки партии колбас в камере (в схеме это функции прибора 10–5), а также сигнализацию о завершении отдельных этапов созревания.

2. Выбрать тип регулятора и параметры его настройки для контура регулирования температуры воздуха на выходе из воздухоохладителя-осушителя (температуры «точки росы») (контур 10–1, 10–2, 10–3, 10–4, 10–5). Динамические свойства объекта регулирования

(объем теплообменника Ш) определить по переходной характеристике на рис. 2, где:

для возмущающего воздействия: $\Delta x = x_2 - x_1 = 2 \text{ }^\circ\text{C}$ – изменение температуры воздуха в камере смешения (на выходе в воздухоохладитель); $\Delta y = y_2 - y_1 = 1 \text{ }^\circ\text{C}$ – изменение температуры «точки росы» (регулируемая величина);

для управляющего воздействия: $\Delta x = x_2 - x_1 = 2 \text{ \% ХРО}$ – перемещение регулирующего клапана 10–4 подачи рассола на закрытие; $\Delta y = y_2 - y_1 = 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ – изменение температуры «точки росы». Для выбора регулятора принять транспортное запаздывание в канале управления $\tau_3 = 0,1 T_0$.

Вариант 3

1. Дополнить схему контроля контуром, обеспечивающим измерение и передачу на ЭВМ диспетчерской службы информации об изменении численных значений температуры пастеризации молока. Определить периодичность передачи информации и объем накапливаемой информации. Разработать форму и содержание «протокола».

2. Выбрать тип регулятора и параметры его настройки для контура регулирования температуры молока на выходе секции охлаждения (контур 18–1, 18–2, 18–3, 18–4 на рис. 101 в [3]). Динамические свойства объекта регулирования (объем секции охлаждения молока рассолом) определить по переходной характеристике на рис. 2, где:

для возмущающего воздействия: $\Delta x = x_2 - x_1 = 4 \text{ }^\circ\text{C}$ – изменение температуры хладоносителя на входе в секцию охлаждения; $\Delta y = y_2 - y_1 = 2 \text{ }^\circ\text{C}$ – изменение температуры молока на выходе из секции охлаждения (регулируемая величина);

для управляющего воздействия: $\Delta x = x_2 - x_1 = 2 \text{ \% ХРО}$ – перемещение регулирующего клапана 18–4 подачи рассола на закрытие; $\Delta y = y_2 - y_1 = 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ – изменение температуры молока. Для выбора регулятора принять транспортное запаздывание $\tau_3 = 0,1 T_0$.

Вариант 4

1. Дополнить схему контуром автоматического переключения сепараторов-молокоочистителей из рабочего режима в режим раз-

грузки шлама. Предусмотреть визуализацию включения и отключения оборудования.

2. Выбрать тип регулятора и параметры его настройки для контура регулирования температуры пастеризации молока (контур 3–1, 3–2, 3–3, 4–1, 4–2 на рис. 101 в [3]). Динамические свойства объекта регулирования (эжектор VI, бак горячей воды V, объем секции пастеризации теплообменника I, объем выдерживателя III) принять:

для возмущающего воздействия: изменение расхода молока, поступающего в секцию пастеризации из второй секции регенерации теплообменника I, – по табл. 3.3 для установки А1-ОКЛ-10 [1, с. 80];

для управляющего воздействия: изменение расхода пара при перемещении регулирующего клапана 4–2 – по табл. 3.2 для установки А1-ОКЛ-10 [1, с. 80].

Вариант 5

1. Дополнить схему контуром автоматизации дозирования молока и закваски при заполнении ванны. Предусмотреть визуализацию процесса заполнения.

2. Выбрать тип регулятора и параметры его настройки для контура регулирования температуры сгустка в ванне в режиме созревания сгустка при $t_{ст} = 38 \text{ }^\circ\text{C}$ (контур 1–1, 1–2, 1–3, 1–4 на рис. 104 в [3]). Динамические свойства объекта регулирования (объем энергоносителя в рубашке и смеси зерна и сыворотки в ванне) принять по переходной функции на рис. 3, где:

для возмущающего воздействия: $\Delta x = x_2 - x_1 = 2 \text{ кгс/см}^2$ – изменение давления в магистрали подачи пара к регулирующему органу 1–4; $\Delta y = y_2 - y_1 = 2 \text{ }^\circ\text{C}$ – изменение температуры смеси (регулируемая величина);

для управляющего воздействия: $\Delta x = x_2 - x_1 = 2 \text{ \% ХРО}$ – перемещение регулирующего клапана 1–4 на открытие; $\Delta y = y_2 - y_1 = 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ – изменение температуры смеси в ванне.

Вариант 6

1. Дополнить схему контуром автоматического управления частотой вращения электродвигателя мешалки для вымешивания зерна.

2. Выбрать тип регулятора и составить алгоритм работы программного регулятора скорости нарастания температуры смеси зерна с сывороткой в ванне в режиме нагревания смеси. Технологические требования к реализации программы работы регулятора приведены в [3, с. 199].

Вариант 7

1. Дополнить схему контуром удаления пахты из бака-накопителя по мере его заполнения.

2. Выбрать тип регулятора и параметры его настройки для контура регулирования влаги в масле при управляющем воздействии на объект по каналу измерения частоты вращения шнека маслообработника (контур 10–1, 10–2, 10–3, 4–1, 4–2, 4–3 на рис. 105 в [3]) с заменой магнитного пускателя на частотный преобразователь. Динамические свойства объекта регулирования (объемы шнековых пространств маслообработника) принять по данным [2, с. 112 (рис. 53)]:

для возмущающего воздействия: изменение расхода сливок через маслоизготовитель $\Delta Q_{сл} = 20\%$ – использовать кривую 1;

для управляющего воздействия: изменение частоты вращения шнека маслообработника $\Delta N_{сб} = 20\%$ – использовать кривую 3.

Вариант 8

1. Дополнить схему контуром автоматического контроля аварийных состояний оборудования. Предусмотреть визуализацию аварийных состояний на мнемосхеме.

2. Выбрать тип регулятора и параметры его настройки для контура регулирования влаги в масле при управляющем воздействии на объект по каналу подачи нормализующего компонента (контур 10–1, 10–2, 10–3, 9–1, 9–3, 9–4 на рис. 105 в [3]). Динамические свойства объекта регулирования (объем масляного зерна в секции перемешивания) принять по данным рис. 53 [2, с. 112]:

для возмущающего воздействия: изменение расхода сливок через маслоизготовитель $\Delta Q_{сл} = 20\%$ – использовать кривую 1;

для управляющего воздействия: изменение расхода нормализующего компонента – обезжиренного молока $\Delta Q_{o.m} = 20\%$ – использовать кривую 2.

Вариант 9

1. Дополнить схему контуром автоматического контроля аварийных состояний оборудования. Предусмотреть визуализацию состояния оборудования на мнемосхеме.

2. Построить график изменения регулируемой величины (температуры в камере охлаждения VI) при работе позиционного регулятора (контур 10–1, 10–3, 10–4, 10–5 на рис. 107 в [3]) в режиме хранения партии продукта. Принять параметры настройки позиционного регулятора:

номинальное значение регулируемого параметра (уставка регулятора) – температура воздуха в камере $t_k = +5\text{ }^\circ\text{C}$;

настройка пределов срабатывания регулятора: верхний $t_a = +7\text{ }^\circ\text{C}$, нижний $t_b = +3\text{ }^\circ\text{C}$.

Динамические свойства объекта в диапазоне изменения регулируемого параметра представить астатическим (интегрирующим) звеном с запаздыванием (см. рис. 5).

При закрытии клапана 10–5

$$\frac{dt_k}{d\tau} = \varepsilon_o Q_o, \quad t_k = t_k + dt_k,$$

где $\varepsilon_o = 0,02$ град/кДж – коэффициент передачи объекта; $Q_o = 1,0$ кДж/с – приток тепловой энергии в объем через стенки при наружной температуре $t_n = 18\text{ }^\circ\text{C}$.

При открытии клапана 10–5

$$\frac{dt_k}{d\tau} = \varepsilon_o (Q_p - Q_o), \quad t_k = t_k - dt_k,$$

где $Q_p = 1,5$ кДж/с – отток тепловой энергии из объема камеры через радиатор в хладоноситель; расход хладоносителя через радиатор считать постоянным и равным $G_x = 10$ кг/с при температуре $t_x = -10\text{ }^\circ\text{C}$.

При работе системы регулирования возникает транспортное запаздывание $\tau_3 = 25$ с (промежуток времени между моментом срабатывания регулятора и моментом начала изменения температуры воздуха в камере).

По построенному графику переходного процесса определить:

- величину динамического заброса регулируемой величины $\pm\Delta t_d$ за пределы настройки регулятора;
- статическую ошибку при работе регулятора $\pm\Delta t_c$;
- время цикла регулирования τ_p .

Оценить время эксплуатации исполнительного устройства 10–5 до ремонта при круглосуточной эксплуатации объекта и гарантированном числе циклов переключения, равном 25 000.

Вариант 0

1. Дополнить схему контуром, обеспечивающим автоматический контроль равномерности распределения температуры воздуха в объеме холодильной камеры У1 и аварийную сигнализацию при возникновении температурного перекося.

2. Построить график изменения регулируемой величины (температуры хладоносителя t_x , циркулирующего через радиаторы охлаждения воздуха в камере У1) при работе позиционного регулятора, включающего и выключающего компрессор холодильной установки (контур 13–1, 13–2, 11–1, 11–2, 11–3) в режиме хранения партии продукта. Принять параметры настройки позиционного регулятора:

номинальное значение регулируемого параметра (уставка регулятора) – температура хладоносителя в радиаторе $t_x = -10$ °С;

настройка пределов срабатывания регулятора: верхний $t_a = -8$ °С, нижний $t_b = -12$ °С.

Динамические свойства объекта в диапазоне изменения регулируемого параметра представить астатическим (интегрирующим) звеном с запаздыванием (см. рис. 5). При выключении компрессора 11–3

$$\frac{dt_x}{d\tau} = \varepsilon_o Q_p, \quad t_x = t_x - dt_x,$$

где $\varepsilon_o = 0,02$ град/кДж – коэффициент передачи объекта; $Q_p = 1,5$ кДж/с – приток тепловой энергии хладоносителя, находящегося в объеме радиаторов охлаждения, из воздуха камеры при температуре в камере $t_k = +5$ °С, расход хладоносителя через радиатор считать постоянным и равным $G_x = 10$ кг/с.

При включенном компрессоре 11–3

$$\frac{dt_x}{d\tau} = \varepsilon_o (Q_x - Q_p), \quad t_x = t_x - dt_x,$$

где $Q_x = 2$ кДж/с – отток тепловой энергии из объема хладоносителя в объем хладагента, находящихся в испарителе III, расход хладагента через испаритель и его температуру принимают постоянными.

Транспортное запаздывание в объекте $\tau_3 = 30$ с определяется промежутком времени от момента срабатывания регулятора до момента начала изменения температуры хладоносителя t_x в объеме радиаторов охлаждения камеры.

По построенному графику переходного процесса определить:

- динамический заброс регулируемой величины $\pm \Delta t_d$ за пределы настройки регулятора;
- статическую ошибку при работе регулятора $\pm \Delta t_c$;
- время цикла регулирования τ_p .

Оценить время эксплуатации холодильной установки до ремонта при круглосуточной эксплуатации объекта и гарантированном числе циклов запуска и остановки $n = 50\,000$.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	1
ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	3
1. Предисловие	3
2. Содержание дисциплины.....	4
3. Вопросы для самопроверки	7
4. Указания по выполнению контрольных работ.....	9
5. Указания по выполнению курсового проекта	10
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
ПРИЛОЖЕНИЯ	12
Приложение 1. Варианты индивидуальных заданий к контрольной работе № 1	12
Приложение 2. Варианты индивидуальных заданий к контрольной работе № 2.....	20
Приложение 3. Варианты индивидуальных заданий на курсовой проект.....	21
Приложение 4. Варианты индивидуальных заданий по доработке функциональной схемы	22

Стегаличев Юрий Георгиевич
Замарашкина Вероника Николаевна

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

Методические указания
и варианты заданий контрольных работ
и курсового проекта
для студентов специальности 210200
факультета заочного обучения и экстерната

Редактор

Е.О. Трусова

Корректор

Н.И. Михайлова

Подписано в печать 27.12.2003. Формат 60×84 1/16.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,86. Печ. л. 2,0. Уч.-изд. л. 1,75
Тираж 50 экз. Заказ № С 23

СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9
ИПЦ СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9