

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



Кафедра автоматики и автоматизации  
производственных процессов

## **АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ**

Методические указания  
по выполнению курсового проекта  
для студентов специальности 210200

Санкт-Петербург 2001

УДК 621.317

**Стегаличев Ю.Г., Замарашкина В.Н.** Аппаратурно-технологический анализ объектов управления: Метод. указания по выполнению курсового проекта для студентов спец. 210200. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2001. – 15 с.

Приводятся варианты заданий к курсовому проектированию, содержание курсового проекта, а также рекомендации по выполнению каждого из разделов.

Рецензент  
Канд. техн. наук, доц. О.И. Сергиенко

Одобрены к изданию советом факультета техники пищевых производств

© Санкт-Петербургский государственный  
университет низкотемпературных  
и пищевых технологий, 2001

## ВВЕДЕНИЕ

Целью выполнения курсового проекта является развитие навыков самостоятельного анализа многофакторных объектов управления и подготовки алгоритмического описания задач управления объектом. Номер варианта задания определяется по таблице (прил. 1).

## ЗАДАНИЕ

1. Составить список ключевых слов и, используя предметный каталог библиотеки, подобрать литературу по выбранному технологическому процессу, продукту, оборудованию. Оформить список литературы в соответствии с ГОСТ 7.1–84.

2. Провести предварительный анализ технологического процесса. В результате анализа необходимо произвести декомпозицию технологического процесса на отдельные технологические операции и составить его структурную схему. Дать краткое описание полученной структурной схемы.

3. Для одной из технологических операций процесса по п.1 составить предварительный вариант параметрической схемы с подробным указанием всех материальных потоков, участвующих в операции. Выделить показатели качества  $Z_i$  ( $i=1\dots n$ ), управляемые  $Y_j$  ( $j=1\dots m$ ) и неуправляемые  $X_\gamma$  ( $\gamma=1\dots k$ ) возмущающие воздействия. Определить номинальные значения ( $Z_{i0}, Y_{j0}, X_{\gamma0}$ ) и пределы варьирования ( $Z_{imin}, Y_{jmin}, X_{\gamma min}, Z_{imax}, Y_{jmax}, X_{\gamma max}$ ) показателей качества и возмущающих воздействий, а также оценить допустимую по технологическим требованиям погрешность и периодичность измерения каждого параметра. Результаты оформить в виде таблицы информационного обеспечения (прил. 2).

Для одного из показателей качества  $Z_i$  произвести уточнение пределов его варьирования с использованием метода экспертиз.

4. Провести анализ степени влияния возмущающих воздействий  $Y_j, X_\gamma$  на показатели качества  $Z_i$ . Для анализа воспользоваться прикладным программным обеспечением ЭВМ (программа «Оценка влияния» и «Expert-2»). По результатам анализа произвести корректировку параметрической схемы и информационного обеспечения

5. Провести анализ измеряемости одного из показателей качества  $Z_i$ , неуправляющего  $X_\gamma$  и управляющего  $Y_j$  возмущающих воздействий по заданию преподавателя. Результаты оформить в виде таблицы информационно-метрологического обеспечения технологической операции (прил. 3)

6. Составить циклограмму или алгоритм операций контроля и управления параметров  $X_\gamma$ ,  $Y_j$  и  $Z_i$  с привязкой к реальному времени технологического процесса.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Перед началом работы над курсовым проектом студент должен составить список ключевых слов, пользуясь которым подобрать литературу по рассматриваемому технологическому процессу, используемому оборудованию и продуктам. При выборе следует особое внимание обратить на ГОСТы, ОСТы и справочники. Список литературы следует оформить в соответствии с ГОСТ 71–84.

При выполнении второго раздела курсового проекта на основе анализа литературы необходимо произвести декомпозицию технологического процесса на отдельные операции и составить структурную схему процесса, начиная от приемки исходного сырья и заканчивая упаковкой и хранением готовой продукции. При этом для каждой операции необходимо подробно показать все материальные потоки (сырье, комплектующие изделия и добавки, энергоносители, готовую продукцию, полуфабрикаты, отходы и т. п.), используемые при ее выполнении. Методика анализа технологического процесса подробно изложена в лабораторной работе № 1 практикума [1].

В третьем разделе курсового проекта для выбранной технологической операции необходимо составить параметрическую схему в виде “черного ящика”, приведенного на рис. 1.1 практикума [1]. При анализе и выборе номенклатуры показателей рекомендуется пользоваться алгоритмами, приведенными там же на рис. 1.2 – 1.4.

Составление параметрической схемы начинают с определения апоказателей качества  $Z_i$ , которые необходимо обеспечить при выпуске данного вида продукции в конкретном технологическом процессе. Выбор перечня показателей осуществляется на основе анализа технологической документации, ГОСТов и ОСТов на готовый продукт, инструкций по ведению процесса. При этом в номенклатуру показателей качества могут быть включены также отдельные характеристики полуфабрикатов, существенно влияющие на качество готовой продукции.

Для каждого вида используемого сырья, комплектующих изделий и добавок, энергоносителей необходимо установить номенклатуру показателей  $X_\gamma$ , определяющих их качественные характеристики и имеющих существенное влияние хотя бы на один из показателей качества готовой продукции  $Z_i$ . Выбор параметров осуществляется на

основе анализа ГОСТов, ОСТов и другой технологической документации на соответствующий продукт.

Выбор номенклатуры управляющих воздействий  $Y_j$  зависит от типа используемого в технологической операции оборудования и производится на основе анализа документации на это оборудование, а также инструкций по проведению рассматриваемого процесса.

Для каждого из выбранных показателей качества, управляющих и неуправляемых воздействий необходимо определить номинальные (наилучшие, наиболее часто встречающиеся) значения, а также пределы варьирования. Выбор этих численных значений производится на основе анализа упомянутой выше технологической документации. Назначение максимально допустимой погрешности и требуемой периодичности измерения каждого параметра производят в соответствии с рекомендациями практикума [1]. Полученные данные заносятся в соответствующие графы таблицы информационного обеспечения (см. прил.2).

Для одного из показателей качеств  $Z_i$  произвести уточнение пределов его варьирования с использованием метода экспертных оценок. Методика проведения опроса экспертов и обработки полученных данных приведена в методических указаниях [2].

В четвертом разделе курсового проекта на основе анализа степени влияния возмущающих воздействий на показатели качества и их стабильности необходимо произвести корректировку параметрической схемы рассматриваемой технологической операции.

Анализ степени влияния  $X_\gamma$  и  $Y_j$  на показатели  $Z_i$  можно проводить используя результаты экспериментального обследования технологического процесса. Методы экспериментального обследования технологического процесса, подготовка эксперимента, выбор общей продолжительности эксперимента представлены в литературе [1, 3]. В соответствии с особенностями рассматриваемой технологической операции, студент должен выбрать один из методов экспериментального обследования, определить продолжительность и описать методику его проведения.

Собранные данные об изменениях параметров  $X_\gamma$ ,  $Y_j$  и  $Z_i$  оформляются в виде таблицы, форма которой приведена в прил. 4. При отсутствии возможности получения данных об обследовании реального технологического процесса, необходимо подготовить указанную таблицу самостоятельно, исходя из предположения нормального закона распределения численных значений показателей качества и возмущающих воздействий относительно номинального значения в

максимально возможных пределах варьирования каждого параметра (примеры таких таблиц приведены в прил. 2 практикума [1]).

Критерием включения в номенклатуру контролируемых параметров того или иного возмущающего воздействия  $X_\gamma$  и  $Y_j$  является степень его влияния хотя бы на один из показателей качества  $Z_i$ . Методика оценки степени влияния и анализа полученных результатов подробно изложена в лабораторной работе № 3 практикума [1]. Экспериментальные данные обрабатываются (с целью снижения трудоемкости) при помощи программы "Оценка влияния" прикладного программного обеспечения ЭВМ. Текст программы приведен в прил. 3 практикума [1].

Другим методом оценки влияния возмущающих воздействий  $X_\gamma$ ,  $Y_j$  на показатели качества  $Z_i$  является метод экспертных оценок. Этот метод используется в тех случаях, когда экспериментальный метод получения информации непригоден. Подготовка и проведение экспертизы, форма опросной карты, обработка результатов опроса экспертов приведены в литературе [2].

Еще одним критерием включения возмущающих воздействий и показателей качества в параметрическую схему является нестабильность их численных значений за время наблюдения за технологическим процессом. Оценка диапазона варьирования показателей качества и возмущающих воздействий при анализе результатов экспериментального обследования производится в соответствии с выражениями:

$$\delta Z_i = \frac{Z_{i_{\max}} - Z_{i_{\min}}}{Z_{i_0}} 100\%;$$

$$\delta Y_j = \frac{Y_{j_{\max}} - Y_{j_{\min}}}{Y_{j_0}} 100\%;$$

$$\delta X_\gamma = \frac{X_{\gamma_{\max}} - X_{\gamma_{\min}}}{X_{\gamma_0}} 100\%;$$

Если полученные значения  $\delta Z$ ,  $\delta Y$ ,  $\delta X$  превышают 1 %, то данный параметр считается переменным, и его необходимо контролировать при управлении технологическим процессом. В противном случае фактор является стабильным и может быть исключен из параметрической схемы.

В пятом разделе курсового проекта необходимо произвести анализ измеряемости показателей качества  $Z_i$  и возмущающих воздействий  $X_\gamma$ ,  $Y_j$ . Параметр считается измеряемым, если возможна оценка его величины приборным, лабораторным или органолептическим методом.

Для всего перечня параметров таблицы информационного обеспечения необходимо выбрать наиболее рациональный метод измерения и указать его в соответствующем столбце таблицы информационного обеспечения. Методика выбора способа измерения в зависимости от анализируемой производственной ситуации, подробно изложена в лабораторной работе № 4 и в прил. 4 практикума [1].

По указанию преподавателя для одного неуправляемого параметра  $X_\gamma$ , возмущающего воздействия  $Y_j$  и показателя качества  $Z_i$  произвести кроме выбора метода измерения, выбор конкретного прибора или комплекта оборудования, определить его допустимую погрешность, продолжительность одного измерения, а также указать необходимо ли проведение параллельных измерений данного параметра. Результаты занести в таблицу информационно-метрологического обеспечения (см. прил. 3).

В шестом разделе курсового проекта осуществляется привязка операций контроля параметров  $X_\gamma$ ,  $Z_i$  и операций управления по каналам  $Y_j$  к реальному времени технологического процесса. При выполнении данного раздела необходимо разработать циклограмму, изображающую по оси времени последовательность и продолжительность контроля каждой из характеристик сырья  $X_\gamma$ , управляющих воздействий  $Y_j$  и показателей качества  $Z_i$ . На оси времени также отмечаются моменты внесения, продолжительность действия и моменты завершения (выключения) управляющих воздействий. Циклограмма составляется для отрезка времени в течении которого будет обработана однородная партия сырья.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стегаличев Ю.Г. и др. Контроль и управление качеством продукции: Лаб.практикум. – СПб.: СПбГУНиПТ, 1996. – 118 с.
2. Стегаличев Ю.Г. и др. Разработка и реализация модели на основе экспертных оценок: Метод. указания. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2000. – 55 с.
3. Стегаличев Ю.Г. Контроль и автоматизированное управление качеством продукции: Учеб. пособие. – Л.: ЛТИХП, 1983. – 87 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

**Таблица вариантов заданий на курсовую работу**

Номер	Наименование технологического	Анализируемая технологическая
-------	-------------------------------	-------------------------------

варианта	процесса	операция
1	Производство вареных колбас	Дефростация мясных туш
2		Приготовление колбасного фарша
3		Термообработка колбас
4	Производство сырокопченых колбас	Термообработка и созревание колбас
5	Производство сливочного масла методом непрерывного сбивания сливок	Подготовка и созревание сливок
6		Сбивание масла на маслоизготовителе непрерывного действия
7	Производство сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок	Преобразование высокожирных сливок
8	Производство консервов «Шпроты в масле»	Термообработка шпротного полуфабриката
9		Стерилизация консервов в автоклаве
10	Производство кисломолочных продуктов	Приготовление смеси и созревание
11	Производство макаронных изделий	Приготовление макаронного теста и формование изделий
12		Сушка макаронных изделий
13	Производство творога резервуарным способом	Приготовление смеси, созревание и отделение влаги
14	Производство молока пастеризованного	Приемка молока
15		Нормализация и термообработка
16	Производство творога непрерывным способом	Приготовление смеси и созревание
17		Отделение влаги, формование и фасовка
18		Стерилизация в установках непрерывного действия
19	Производство молочных консервов	Нормализация и приготовление смеси
20	Прием, накопление, хранение и выдача продукции	Прием разносортной продукции, формирование и выдача заказов потребителю
21		Учет и хранение разносортной продукции
22		Прием, накопление, хранение и выдача сырья

Окончание табл.

Номер варианта	Наименование технологического процесса	Анализируемая технологическая операция
23	Производство сухих молочных продуктов	Подготовка сырья, предварительное сгущение
24		Сушка в распылительных



		сушилках
25	Производство пельменей	Приготовление фарша и теста
26		Формовка и заморозка
27	Производство пива	Варка суслу
28		Брожение и дображивание
29		Осветление и фасовка
30	Производство карамели	Приготовление карамельного сиропа
31		Приготовление карамельной массы
32	Производство печенья	Приготовление теста
33		Выпечка печенья
34	Производство хлеба	Приготовление теста
35		Выпечка хлеба

Таблица информационного обеспечения технологического процесса

Наименование параметра	Обозначение	Единица измерения	Максимальное значение	Минимальное значение	Номинальное значение	Допустимая погрешность измерения	Метод измерения	Периодичность измерения
1	2	3	4	5	6	7	8	9

**Таблица информационно-метрологического обеспечения технологического процесса**

Технологические требования								
Контролируемый параметр	Обозначение	Единица измерения	Максимальное значение	Минимальное значение	Номинальное значение	Допустимая погрешность измерения	Максимально допустимая периодичность контроля	Дополнительные требования к измерениям
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание прил. 3.

Характеристика метода измерений								
Контролируемый параметр	Метод измерения	Прибор или комплект оборудования	Диапазон измерения оборудования	Допустимая погрешность прибора (метода)	Продолжительность одного измерения	Количество параллельных измерений	Предельное расхождение между параллельными измерениями	Дополнительные характеристики метода
1	10	11	12	13	14	15	16	17

**Таблица экспериментального обследования технологического процесса**

№ режима	Характеристики сырья			Параметры процесса			Показатели качества		
	$X_1$	.....	$X_k$	$Y_1$	.....	$Y_m$	$Z_1$	.....	$Z_n$

Требования к оформлению списка литературы в соответствии с ГОСТом 7.1-84 “Библиографическое описание документа”

Примеры библиографического описания книг

1. Библиографическое описание книги одного автора  
Горбатьюк В.И. Процессы и аппараты пищевых производств.-  
М.:Колос, 1999.-335 с.:илл.
2. Библиографическое описание книги двух или трех авторов  
Ермолаева Г.А.,Колчева Р.А. Технология и оборудование  
производства пива и безалкогольных напитков.-М.:ИПРО;изд.центр  
“Академия”,2000.-416 с.:илл.
3. Библиографическое описание книги четырех и более авторов.

<u>ВВЕДЕНИЕ.....</u>	<u>5</u>
<u>ЗАДАНИЕ.....</u>	<u>5</u>
<u>МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....</u>	<u>6</u>
<u>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</u>	<u>9</u>
<u>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</u>	<u>9</u>
<u>    Приложение 1.....</u>	<u>9</u>
<u>    Приложение 2.....</u>	<u>12</u>
<u>    Приложение 3.....</u>	<u>13</u>
<u>    Приложение 4.....</u>	<u>14</u>
<u>    Приложение 5.....</u>	<u>15</u>

Замарашкина Вероника Николаевна

## **АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ**

Методические указания  
по выполнению курсового проекта  
для студентов специальности 210200

Редакторы Т.Г. Смирнова, Е.С. Лаврентьева  
Корректор Н.И. Михайлова

---

ЛР № 020414 от 12.02.97

Подписано в печать 29.12.2001. Формат 60×84 1/16. Бум. писчая

Печать офсетная. Усл. печ. л. 0,93. Печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 0,69

Тираж 100 экз. Заказ № С 76

---

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