

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ  
ЦЕНТР  
ИНСТИТУТ БИОХИМИИ И ФИЗИОЛОГИИ МИКРООРГАНИЗМОВ

ПРЕПРИНТ

Г.Р.ГРОМОВ, Н.В.ШИРШИКОВ, Л.А.ЛИТВИНЕНКО

**ЛАБОРАТОРНЫЙ  
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ  
КОМПЛЕКС  
ФЕРМЕНТЕР—ЭВМ—«АЛЬФА-60»**

ПУЩИНО-1983

20-002

Описан аппаратно-программный комплекс "ферментер-ЭВМ" "Альфа-60", предназначенный для сбора и обработки в реальном времени информации, поступающей от лабораторных ферментационных установок типа "АНКУМ-2М", "АНКУМ-203, 210, 225", АК-203, 210" и КПК-201".

Рассмотрены особенности физиологического эксперимента на указанной аппаратуре культивирования и вытекающие из них требования к измерительно-вычислительному комплексу.

Приведены состав и структура аппаратной части комплекса "Альфа-60" и программного его обеспечения.

## В В Е Д Е Н И Е

Экспериментальные исследования в области физиологии роста микроорганизмов, выполняемые на аппаратуре непрерывного культивирования типа "АНКУМ" и других аппаратах данного класса, относятся к числу наиболее сложных: 1/ эти исследования сопряжены с постановкой длительных /от месяца и более/ биологических экспериментов, которые необходимо вести в условиях абсолютно асептического процесса; 2/ в ходе такого эксперимента требуется собирать, переработать и использовать для оперативного контроля и управления микробиологическим процессом большой объем информации об объекте культивирования и текущем состоянии аппаратуры.

Указанные выше два фактора и определяют, в основном, повышенные требования к техническим характеристикам и функциональным возможностям современной аппаратуры культивирования, которая наряду с культивационными устройствами и датчиковой аппаратурой должна включать в себя также цифровые устройства автоматизированного сбора и диалоговой обработки экспериментальной информации. Эта аппаратура должна устойчиво работать в непосредственной близости от источников перегретого пара, в атмосфере летучих компонент культуральных жидкостей, а также в условиях воздействия интенсивных электромагнитных помех от мощных реле, электродвигателей и других приборов, обеспечивающих микробиологический эксперимент.

В предлагаемой работе рассматриваются информационные характеристики микробиологического эксперимента. В процессе эксперимента одна часть информации поступает с заданной периодичностью в течение всего опыта непосредственно от измерительной аппаратуры /число оборотов мешалки, температура,

2 и 2



pH, Eh, оптическая плотность культуры,  $PO_2$ , выходные сигналы каналов дозирования и др. /2. Вторая часть информации, собираемой в процессе эксперимента, поступает эпизодически и представляет собой результаты аналитических определений состава питательных сред, культуральных жидкостей, клеточ, активностей ферментов и т.д., выполненных на лабораторных приборах, не входящих в состав измерительной аппаратуры упомянутых выше систем типа "АНКУМ". Время выполнения этих аналитических определений, как правило, не совпадает с периодичностью отбора проб.

На этапе анализа экспериментальных данных это приводит к необходимости дополнительно "привязывать" с помощью специальных вычислительных процедур результаты аналитических определений к текущему состоянию микробиологического процесса в момент отбора соответствующей пробы. Этой привязке часто предшествует предварительная обработка данных. Нередко накоплению и первичной статистической обработке данных предшествует, кроме того, вычисление вторичных величин на основе результатов непосредственных аналитических определений и измерений. В качестве примера таких вычисляемых величин могут быть приведены удельные скорости роста, дыхания, подкисления среды культивирования или ее подщелачивания; удельные выходные нагрузки веществам, удельные потребности клеток в тех или иных веществах, различные коэффициенты и т.д.

Понятно, что общее количество параметров, контролируемых в физиологическом эксперименте, зависит от аналитических возможностей аппаратуры культивирования, средств обработки информации, доступных экспериментатору аналитических методов и, наконец, главное - от самих целей и задач конкретного эксперимента. Например, эксперименты, связанные с исследованием переходных процессов или синхронизации роста в протоке, отличаются от носителя больше объемом анализируемой информации. Так в одном из вариантов эксперимента в исследовании роста микроорганизмов на протоке с импульсным питанием источником углерода необходимое число подлежащих контролю прямых и косвенных параметров - около 50.

Назначаемый период опроса датчиков непрерывных величин аппаратуры типа "АНКУМ" связан со скоростью изменения соответствующего параметра. На-

пример, сигнал с датчика кислорода / $PO_2$ / относится к числу наиболее "быстрых" параметров микробиологического процесса; сигнал датчика температуры - к наиболее "медленным". Период опроса этих крайних по инерционности датчиков различается, как правило, в 10-100 раз. В зависимости от характера задачи и типа эксперимента период опроса "быстрого" канала  $PO_2$  обычно выбирается в пределах от 10 до 10<sup>3</sup> сек. Для импульсных процессов темп измерения  $PO_2$  близок к единицам секунд, а для наиболее длительных непрерывных процессов может выбираться в пределах десятков минут, а иногда и часов. В среднем общее число используемых в микробиологическом эксперименте измеряемых величин, например, для аппаратуры типа "АНКУМ" - около 15. Суммарный объем накопленной за эксперимент информации, в зависимости от темпа опроса датчиков и длительности опыта находится в пределах 0,5-50 Мбайт.

Рациональное использование всей доступной информации в ходе эксперимента дает исследователю возможность "увидеть" объект и аппаратуру при необходимости одновременно со многих точек зрения и, следовательно, существенно повысить обоснованность содержательных выводов и оценок. Однако реальные возможности контролировать такие потоки информации появляются у микробиолога-экспериментатора лишь при использовании лабораторных информационно-измерительных систем на базе встречаемых в экспериментальные установки микро-ЭВМ, которые обеспечивают автоматизированный сбор и диалоговый анализ информации о текущем состоянии процессов культивирования непосредственно в темпе ее поступления.

Персональная ориентация лабораторной микро-ЭВМ

В практике микробиологических исследований физиологический эксперимент обычно достаточно индивидуален и с точки зрения объекта исследования, и с точки зрения характера решаемых исследовательских задач. Поэтому, несмотря на известную общность средств реализации микробиологических экспериментов /аппаратурных, алгоритмических и программных/, характеристика, объем и сложность каждого отдельного эксперимента определяются в основном как конкретной задачей, так и текущим этапом исследования.

Системное программное обеспечение комплекса, создаваемое профессиональным программистом, имеет модульную структуру, причем каждая очередная версия является открытой для расширения и модификации. Разработка и модификация системных программ выполняется системным программистом на инструментальной мини-ЭВМ типа SM-4. Направление модификации системных программ определяется, в основном, периодическими запросами микробиолога-экспериментатора, возникающими у него в длительном процессе формализации его профессиональных знаний и навыков. Когда необходимые экспериментатору программные средства в очередной раз выйдут за рамки функциональных возможностей языка "Бейсик", он сообщает об этом программисту, задача которого, соответственно, расширить эти возможности языка "Бейсик" в указанном ему направлении, используя аппарат внешних функций /EXF/.

#### Структура комплекса

В качестве встроеной микро-ЭВМ комплекса "Альфа-60" выбрана микро-ЭВМ "Электроника-60". Это сделано по следующим соображениям: во-первых, эта микро-ЭВМ программно совместима с мини-ЭВМ типа SM-3 и SM-4, что существенно облегчает процесс разработки системного матобеспечения; во-вторых, она имеет магистральную архитектуру, обеспечивающую необходимую в исследовательской практике гибкость в выборе и изменении конфигурации внешних устройств, а также построении иерархических много-машинных комплексов.

Наряду с этим высокое быстродействие, особенно важное при работе с диалоговыми языками интерпретирующего типа позволяет успешно использовать эту микро-ЭВМ для реализации описанной выше технологии персональной ориентации ПО.

Структурно-функциональная схема комплекса "Альфа-60" приведена на рис.1. Сигналы с аналоговых датчиков, число которых может достигать 30, через блок гальванической развязки /1/ поступают на вход серийной выпускаемой промышленностью цифровой измерительной системы К484.2 /2/. Основное значение системы К484.2 - аналого-цифровое преобразование сигналов датчиков и формирование первичной единицы данных комплекса-кадра опроса датчиков.

Следует отметить, что кроме перечисленных объективных факторов, индивидуальность научных интересов исследователя также является одним из существенных, хотя и субъективных факторов, определяющих архитектуру конкретного эксперимента, так как она не только отражается в формулировании его целей и задач, но и существенно влияет на интерпретацию результатов. Поэтому при создании лабораторного исследовательского комплекса автоматизации микробиологических экспериментов на базе микро-ЭВМ /комплекса "Альфа-60"/ была поставлена дополнительная цель: разработать гибкую технологию программирования комплекса, в рамках которой традиционно наиболее трудоемкая для программиста задача формализации профессиональных знаний биолога оказалась бы сильной для самого носителя этих знаний - профессионала из данной предметной области. При этом за программистом, который способствует разработке комплекса, оставались бы функции создания базового программного обеспечения, а также системное сопровождение процесса разработки пакета прикладных программ самим пользователем. Ниже мы кратко рассмотрим некоторые предварительные итоги реализации программного обеспечения комплекса "Альфа-60", выполненного по такой технологии.

#### Два уровня интерактивности

1- В режиме эксплуатации комплекса созданное программное обеспечение /ПО/ дает возможность простого управления на языке микробиологической задачи основными режимами работы комплекса биологу, незнакомому с вычислительной техникой.

2. В то же время любой биолог, который овладеет в ходе работы на установке основами простейшего языка высокого уровня типа "Бейсик", получает существенные дополнительные возможности: он может разрабатывать непосредственно на встроеной микро-ЭВМ комплекса свой собственные алгоритмы обработки данных и модифицировать таким образом в требуемом ему направлении прикладное программное обеспечение комплекса. Существовало, что эту работу биолог может выполнять и непосредственно в ходе эксперимента.



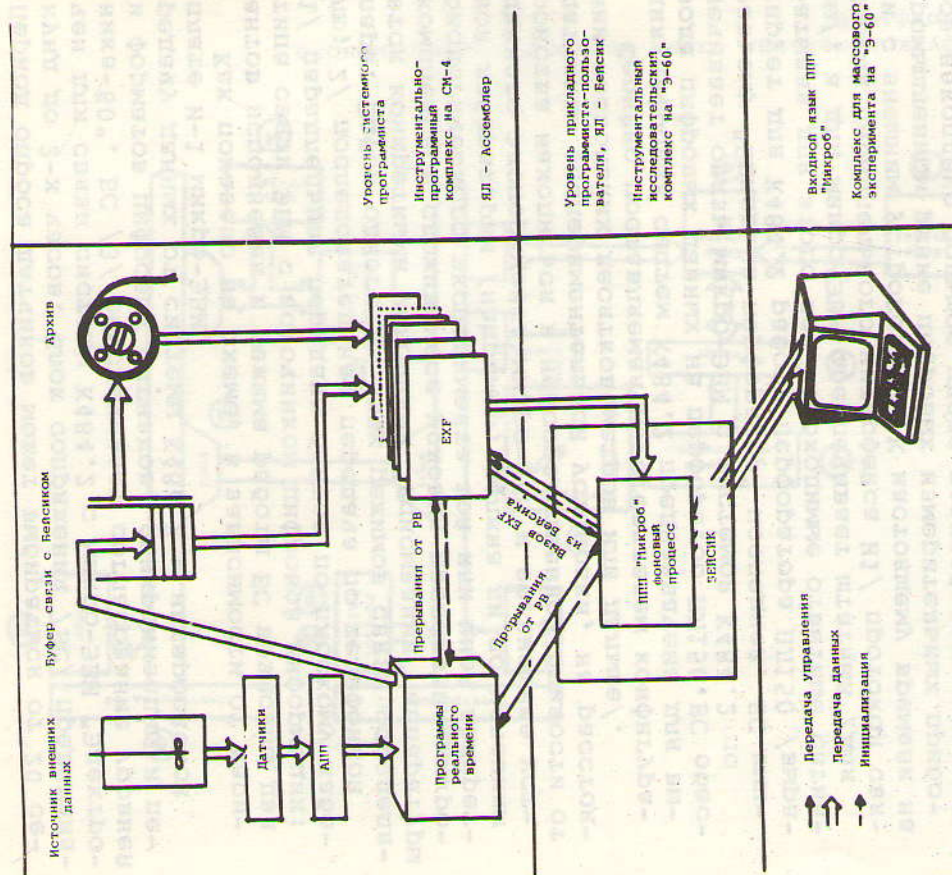


Рис. 2. Структура программного обеспечения аппаратно-программного комплекса "Альфа-60"

состоит из трех основных частей.

1. Ядро ПО - диалоговая система БЕЙСИК. Это готовый программный продукт, поставляемый изготовителем в комплекте микро-ЭВМ "Электроника-60". В систему БЕЙСИК входят: интерпретатор с языка БЕЙСИК объемом около 8 Кбайт, командный язык, редактор.

2. К системному ПО "Альфа-60" относятся: а/ программы реального времени, которые обеспечивают работу ЭВМ на линии с экспериментальной установкой в режиме прерываний; б/ библиотека внешних подпрограмм /EXF/, которая расширяет функциональные возможности языка БЕЙСИК. Основные компоненты системного ПО разрабатывались системным программистом на мини-ЭВМ SM-4, написаны на языке АСSEMBLERA, их общий объем в пределах 8-12 Кбайт.

3. Пакет прикладных программ обработки данных микробиологических экспериментов-ППП "Микроб" - написан на языке БЕЙСИК, расширенным упомянутыми выше внешними функциями /EXF/ из состава системного ПО комплекса. Пакет разрабатывался микробиологом в период создания и опытной эксплуатации комплекса "Альфа-60". Общий объем ППП около 24 Кбайт. Существовало, что входной язык ППП "Микроб" ориентирован на микробиологов, не знакомых с вычислительной техникой, и предоставляет им возможности контролировать в режиме диалога микробиологические эксперименты в терминалах, общепринятых для процессов культивирования микроорганизмов. /Примеры диалога: "микробиолог - ЭВМ" см. в Приложении 1/.

ПО комплекса "Альфа-60" обеспечивает разделенные ресурсы микро-ЭВМ в режиме прерываний между двумя задачами: задача реального времени /ввод, предобработка и регистрация экспериментальных данных/ и фоновая задача - диалоговая система БЕЙСИК /в рамках которой функционирует ППП "Микроб"/.

Система БЕЙСИК, вместе с оперативно нарастающей в процессе исследований библиотекой расширяющихся язык внешних функций, хранится в "неподвижной" внешней памяти микро-ЭВМ. В качестве такой внешней памяти используется дополнительная микро-ЭВМ оснащенная модулями РПЗУ типа ПП2. Такое аппаратное решение для базового ПО комплекса имеет ряд преимуществ, наиболее существенные среди которых: упрощается и резко сокращается во времени процесс перезагрузки ПО, например, после сбоев; существ-

венно экономится адресное пространство "головной" микро-ЭВМ; сохраняется возможность оперативного развития и модификации хранимого в постоянной памяти ПО.

#### Прикладное математическое обеспечение комплекса "Альфа-60"

Пакет прикладных программ /ПП "Микроб" / представляется собой первую попытку авторов решить некоторые задачи информационного обеспечения физиологического эксперимента на аппаратуре типа "АНКУМ". Структура ППП, приведенная на рис.3, сложилась в связи с необходимостью максимально полного использования уникальных возможностей аппаратуры АНКУМ, позволяющей управлять в процессе эксперимента составом питательной среды. Поэтому, наряду с программами опроса измерительных каналов, вычислением текущих значений параметров процесса по данным измерений и аналитических определений, их распечаткой или копированием на промежуточном носителе /перфолента или магнитная лента / часть программ пользователя /программы 3, 5, 6, 7 на рис.3 / предназначена для автоматизации ряда этапов работы с составом питательной среды и аппаратной управления дозирующими устройствами "Гамма-3". При этом предусматривается 2 основных режима управления: 1/ полуавтоматический /ЭВМ в режиме "советчика" / и 2/ автоматический /выдача сигналов на исполнительные устройства/.

Работа ППП "Микроб" начинается с выполнения программ, подготавливающих буферные области памяти в ОЗ "Электроника-60" для накопления данных, получаемых в реальном времени от аппарата культивирования; кроме того, в процессе выполнения этих программ в диалоге с микробиологом определяется тип использования того или иного измерительного канала /по темпу опроса датчиков: быстрые, медленные /; определяется тип промежуточного носителя /перфолента или магнитная лента /, на которую данные после доработки выводятся в архив; и после завершения этих диалоговых процедур дается разрешение на вывод данных. После выполнения всех этих "стартовых" программ биологу выдается сообщение: "связь с ферментом включена" и начинается работа диалоговая программа ввода с клавиатуры

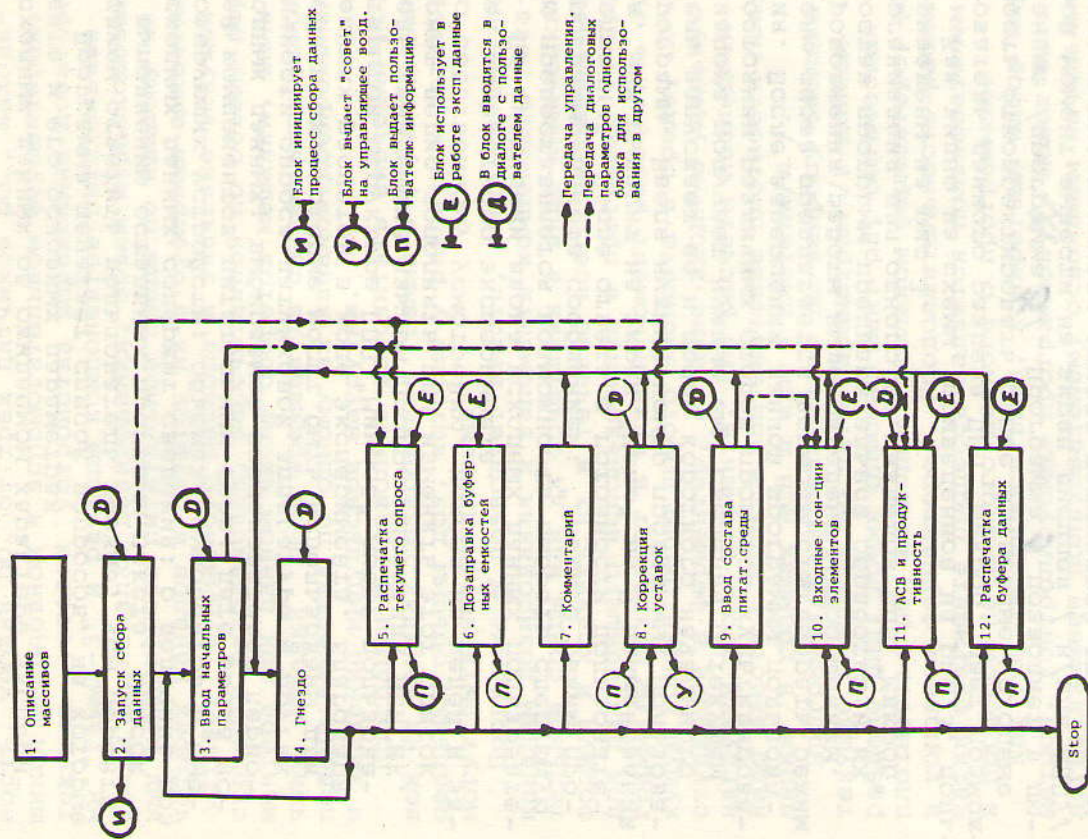


Рис.3. Пакет прикладных программ "Микроб" / блок-схема /

исходных данных об ожидаемом характере эксперимента и его основных параметрах.

Программа печатает список вопросов, на которые должен ответить пользователь прежде, чем перейти к выполнению остальных программ пакета. Список исходных данных содержит сведения: о величине дозы дозирующих устройств; объемах компонентов и смесей компонентов питательных сред; дате ввода исходных данных; выбираемой исследователем периодичности опроса датчиковой аппаратуры и других величинах, которые могут быть использованы для текущих расчетов в ходе эксперимента. Благодаря открытой структуре ППП "Микроб" любой пользователь, владеющий языком программирования БЕЙСИК, может легко дополнить или изменить этот список по собственному усмотрению, исходя из целей и задач конкретного эксперимента.

По окончании ввода исходных данных пользователю предоставляется возможность выбрать следующую программу пакета сообщением: "Укажите режим продолжения". После ответа о готовности пользователя, ЭВМ выводит на экран "Меню" из 9 наименований программ. Введя нужный номер программы, пользователь запускает ее и после короткого начального диалога получает нужные ему сведения о текущем состоянии различных сторон процесса культивирования. После завершения данной программы пользователь снова предлагает возможность выбрать режим продолжения работы вышеприведенным сообщением. Состав программ предварительной обработки и их организация для одного из разделов ППП "Микроб" приведены на рис. 3.

Как видно из схемы, приведенной на рис. 3, пользователь данного раздела ППП "Микроб" дает возможность откорректировать ранее введенные исходные данные /программа 5/. Программа 5 позволяет в любой момент вывести на экран дисплея / и/или АЦПУ/ содержание текущего опроса датчиковой аппаратуры в общепринятых в экспериментальной микробиологии единицах измерения, а также дату и время опроса. Текущий опрос аппаратуры АНКУМ /в данной версии ППП/ включает в себя: дату, время, текущий номер опроса от начала сеанса, текущий час эксперимента, а также следующие параметры: число оборотов мешалки головного ферментера, число оборотов мешалки вспомогательного ферментера, рабочий объем культуры /суммарный/, температуру, рН, оптическую плот-

ность, уровни  $PO_2$  от трех датчиков  $PO_2$ , находящихся в головном и вспомогательном ферментерах, текущие уставки устройства управления дозаторами "Гамма-3" и расходы компонентов питательной среды по каналам дозирования, объем израсходованных компонентов питательной среды по каждому из четырех каналов и остаток их в буферных емкостях, уставку суммарного расхода и значение текущей скорости разбавления, рассчитанной по объему ферментера при данном числе оборотов мешалки, величину уставки реле времени /в случае импульсной подачи вещества по одному из каналов дозирования/ и значение импульсной нагрузки.

Программа 8 позволяет рассчитать значения уставок на каналах дозирования "Гамма-3", учитывающих реальных объемы доз, которые у различных дозаторов могут быть неодинаковыми.

Программа 9 позволяет ввести, распределить по каналам дозирования и запомнить компоненты питательной среды или их сочетания в виде химических формул и хранить их в течение всего эксперимента для дальнейшего использования в программе 7. Программа 10 позволяет в нужный момент рассчитать текущую концентрацию любого элемента в среде, поступающей в ферментер, а также входную удельную нагрузку этого элемента. Для расчета плотности надо ввести с пульта ЭВМ значение плотности популяции /в Грамах АСВ л или в клетках/л /.

Программа 12 рассчитывает по запросу биолога текущие значения по пяти параметрам /в данном разделе ППП: время опроса, мин; рН, оптическая плотность;  $PO_2$  во вспомогательном ферментере;  $PO_2$  в головном ферментере/. Продолжительность распечатки фрагмента процесса задается пользователем в процессе начального диалога с программой.

Как уже отмечалось выше, конкретный набор параметров, контролируемых программой 12 может быть легко изменен пользователем, освоившим начальные элементы программирования на языке БЕЙСИК.

С помощью программы 12 можно в процессе эксперимента с клавиатуры дисплея вводить в ЭВМ любые тексты /например, комментарии о ходе опыта/, распечатывать необходимые заметки в ходе эксперимента и распечатывать их на АЦПУ.

Необходимость в таком текстовом режиме обычно возникает в длительном биологическом эксперименте,

где автоматически регистрируемые данные, как правило, необходимо дополнять и пояснять комментариями о трудноформализуемых качественных сторонах процесса. Кроме того, этот же режим позволяет дополнять данные с аппаратуры "АНКУМ" результатами эпизодически выполняемых за пределами данной лаборатории анализов.

Авторы выражают признательность сотрудникам института ИИИИ АН СССР, которые содействовали работе по созданию комплекса "Альфа-60" практической помощью, советами, критическими замечаниями и плодотворными обсуждениями. Большую практическую помощь оказали авторам на этапе реализации комплекса Е.В.Макеева /разработка и реализация аппаратного обеспечения/ и М.А.Ройтберг /разработка системного матобеспечения/. Успешному развитию данной работы способствовала постоянная и активная научно-организационная поддержка, которую авторы получили на всех критических этапах разработки у Э.Э.Егорова.

\* \* \*

В процессе подготовки данной публикации структура аппаратно-программного комплекса "Альфа-60" претерпела некоторые изменения, комплекс пополнился еще одним периферийным устройством - дигитайзером PAS.465 /производство ЧССР/, существенно расширившим его возможности. ППП "Микроб" пополнился двумя программами. Первая программа выполняет операцию оцифровывания графиков, вторая - предназначена для анализа изображений; она вычисляет длины отрезков между двумя введенными точками изображения, накапливает до 200 длин и строит кривую их распределения.

Приложение:

К программе 3 (рис3)

Пример ввода начальных параметров и служебной информации

RUN  
СВЯЗЬ С ФЕРМЕНТЕРАМ ВКЛЮЧЕНА

ВВОДИТЕ ДАННЫЕ

ДОЗА 1 = ? . 32  
ДОЗА 2 = ? . 32  
ДОЗА 3 = ? . 301  
ДОЗА 4 = ? . 31  
ДОЗА 5 = ? . 29

ОБЪЕМ 1 = ?8000  
ОБЪЕМ 2 = ?8000  
ОБЪЕМ 3 = ?8000  
ОБЪЕМ 4 = ?8000  
ОБЪЕМ 5 = ?2000

ДАТА, ..... ?2,4,82  
ДНИ В ТЕКУЩЕМ МЕСЕ ..... ?30  
ИНТЕРВАЛ СЧИТЫВАНИЯ (МИН.), ..... ?1  
ОБОРОТЫ АК-10 (ОБ/МИН.), ..... ?600  
РАБОЧИЙ ОБЪЕМ Ф-РА, ..... ?5200  
ИМПУЛЬСНАЯ НАГРУЗКА (Г/Л), ..... ?1,2  
КОНЦЕНТРАЦИЯ В-ВА В ИМП.КАН, (Г/Л), ?320  
100, 1000, УКАЖИ РЕЖИМ ПРОДОЛЖЕНИЯ ?100  
1. КОРРЕКЦИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ  
2. РАСПЕЧАТКА ТЕКУЩЕГО ОПРОСА  
4. КОММЕНТАРИИ  
5. КОРРЕКЦИЯ УСТАВОК  
6. ВВОД СОСТАВА ПИТ.СРЕДЫ  
7. ВХОДНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ  
8. ПРОДУКТИВНОСТЬ И АСВ ПО ЗАДАННОМУ У(S)  
9. РАСПЕЧАТКА БУФЕРА ДАННЫХ  
10. ПАРАМЕТРЫ ЦИКЛА  
??

где автоматически регистрируемые данные, как правило, необходимо дополнять и пояснять комментариями о трудноформализуемых качественных сторонах процесса. Кроме того, этот же режим позволяет дополнить данные с аппаратуры "АНКУМ" результатами эпизодически выполняемых за пределами данной лаборатории анализов.

Авторы выражают признательность сотрудникам института НИИИ АН СССР, которые содействовали работе по созданию комплекса "Альфа-60" практической помощью, советами, критическими замечаниями и плодотворными обсуждениями. Большую практическую помощь оказали авторам на этапе реализации комплекса Е.В.Макеева /разработка и реализация аппаратного обеспечения/ и М.А.Ройтберг /разработка системного матобеспечения/. Успешному развитию данной работы способствовала постоянная и активная научно-организационная поддержка, которую авторы получали на всех критических этапах разработки у Э.Э.Шноля.

\* \* \*

В процессе подготовки данной публикации структура аппаратно-программного комплекса "Альфа-60" претерпела некоторые изменения, комплекс пополнился еще одним периферийным устройством - дигитайзером PAS.465 /производство ЧССР/, существенно расширившим его возможности. ППП "Микроб" пополнился двумя программами. Первая программа выполняет операцию оцифровывания графиков, вторая - предназначена для анализа изображений; она вычисляет длины отрезков между двумя введенными точками изображения, накапливает до 200 длин и строит кривую их распределения.

7. пример распечатки текущего опроса датчиковой аппаратуры ферментера.  
8. Пример распечатки скорректированных уставок каналов дозирования "Гаммы-3".

- 2 1. КОРРЕКЦИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ
2. РАСПЕЧАТКА ТЕКУЩЕГО ОПРОСА
4. КОММЕНТАРИЙ
5. КОРРЕКЦИЯ УСТАВОК

6. ВВОД СОСТАВА ПИТ. СРЕД
7. ВХОДНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ
8. ПРОДУКТИВНОСТЬ И АСВ ПО ЗАДАННОМУ У(8)
9. РАСПЕЧАТКА БУФЕРА ДАННЫХ
10. ПАРАМЕТРЫ ЦИКЛА
- 72 2 4 82 ВРЕМЯ 12 44 ОПРОС 20 ЧАС ОПЫТА 033

ОБОРОТ АК-3 (Об./Мин.)..... 600  
РАБОЧИЙ ОБЪЕМ К-РЫ (МЛ.)..... 5200  
ТЕМПЕРАТУРА (ГРАД.С.)..... 28,5  
PH..... 6,25  
ОПТИЧЕСКАЯ ПЛОТН. (СЕД.ДОП)..... 0,48  
P02 (Ж) АК-05 (МН.РТ.СТ.)..... 170  
P02 (Г) АК-05 (МН.РТ.СТ.)..... 0  
P02 (Ж) АК-10 (МН.РТ.СТ.)..... 0

КАН. ХИЗ	VIX	QI(МЛ/Ч.)	ПОДАНО(МЛ.)	ОСТ.(МЛ.)
1 12	25	96	31,68	7968,32
2 12	25	96	31,68	7968,32
3 13	27,1	97,56	32,1948	7967,805
4 13	27,1	100,012	33,26796	7966,732

УСТАВКА СУММ.РАСХОДА..... 48 X  
СКОРОСТЬ РАЗБАВЛЕНИЯ..... 398,372 МЛ/Ч.  
СКОРОСТЬ РАЗБАВЛЕНИЯ..... 075 ОБР.Ч.

УСТАВКА РВ ..... 234 СЕК.  
ИМП.НАГРУЗКА В-ВОМ..... 1,2 Г/Л.

100,1000,УКАЖИ РЕЖИМ ПРОДОЛЖЕНИЯ71000  
75

ВВЕДИ УСТАВКИ.....?25,25,25,25  
КАНАЛ YI(X)КОРР.

1	24,0
2	20,0
3	26,5
4	25,0

100,1000,УКАЖИ РЕЖИМ ПРОДОЛЖЕНИЯ71000  
72

т.е. автоматически регистрируемые данные, как правило, необходимо дополнять и пояснять комментариями о трудноформализуемых качественных сторонах процесса. Кроме того, этот же режим позволяет дополнять данные с аппаратуры "АНКУМ" результатами эпизодически выполняемых за пределами данной лаборатории анализов.

Авторы выражают признательность сотрудникам Института НИИВ АН СССР, которые содействовали работе по созданию комплекса "Альфа-60" практической помощью, советами, критическими замечаниями и плодотворными обсуждениями. Большую практическую помощь оказали авторам на этапе реализации аппарата Е.В.Макеева /разработка и реализация аппаратного обеспечения/ и М.А.Ройтберг /разработка системного матобеспечения/. Успешному развитию данной работы способствовала постоянная и активная научно-организационная поддержка, которую авторы получили на всех критических этапах разработки у Э.Э.Шноля.

\* \* \*

В процессе подготовки данной публикации структура аппаратно-программного комплекса "Альфа-60" претерпела некоторые изменения, комплекс пополнился еще одним периферийным устройством - дигитайзером PAS.465 /производство ЧССР/, существенно расширившим его возможности. ППП "Микроф" пополнился двумя программами. Первая программа выполняет операцию оцифровывания графиков, вторая - предназначена для анализа изображений; она вычисляет длины отрезков между двумя введенными точками изображения, накапливает до 200 длин и строит кривую их распределения.

100,1000,УКАЖИ РЕЖИМ ПРОДОЛЖЕНИЯ?1000

## К программе 12

НАЧАЛО РАСПЕЧАТКИ НА 37 МИНУТЕ  
УКАЖИТЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ РАСПЕЧАТКИ (МИН.)?10

МИН.	T (ГРАД,С)	PH	DOP	PO2
38	29	6.2	.048	174
39	29	6.25	.048	174
40	29	6.2	.048	174
41	29	6.25	.048	174
42	29	6.2	.048	174
43	29	6.25	.048	174
44	29	6.2	.048	174
45	29	6.25	.048	174
46	29	6.2	.048	176
47	29	6.25	.048	176
100,1000,УКАЖИ РЕЖИМ ПРОДОЛЖЕНИЯ?1000	29	6.25	.048	176
?1			.048	176

## К программе 7

Пример комментария к эксперименту

100,1000,УКАЖИ РЕЖИМ ПРОДОЛЖЕНИЯ?  
1000  
?4

ОВХ, ОБЪЕКТ SANDIDA UTILIS ИФФМ-Ж405.ЦЕЛЬ:ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ИМПУЛЬСНОЙ НАГРУЗКИ ИСТОЧНИКОМ УГЛЕРОДА НА ПАРАМЕТРЫ РОСТОВОГО ЦИКЛА .  
100,1000,УКАЖИ РЕЖИМ ПРОДОЛЖЕНИЯ?

## К программе 11

Пример расчета параметров процесса по аналитическим данным /режим "of line"/

100,1000,УКАЖИ РЕЖИМ ПРОДОЛЖЕНИЯ?1000  
?8

ВВЕДИТЕ ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ЦИКЛА (МИН.).....?172,5  
ВВЕДИТЕ УС.....?5,5  
S24(Г.) П24(Г.) АСВ(Г/Л.) N(КЛ/Л.)  
16,45 6,23 4,23 .3710526E 12  
ВВЕДИТЕ ОТСЧЕТ ZF.....?21602,5  
ВВЕДИТЕ ФОН ZF.....?1200  
АСВ(Г/Л.) П24(Г.) YS N(КЛ/Л.)  
4,925 0,57

где автоматически регистрируемые данные, как правило, необходимо дополнять и пояснять комментариями о трудноформализуемых качественных сторонах процесса. Кроме того, этот же режим позволяет дополнять данные с аппаратуры "АНКУМ" результатами эпизодически выполняемых за пределами данной лаборатории анализов.

Авторы выражают признательность сотрудникам Института НИИВ АН СССР, которые содействовали работе по созданию комплекса "Альфа-60" практической помощью, советами, критическими замечаниями и плодотворными обсуждениями. Большую практическую помощь оказали авторам на этапе реализации аппарата Е.В.Макеева /разработка и реализация аппаратного обеспечения/ и М.А.Ройтберг /разработка системного матобеспечения/. Успешному развитию данной работы способствовала постоянная и активная научно-организационная поддержка, которую авторы получили на всех критических этапах разработки у Э.Э.Шноля.

\* \* \*

В процессе подготовки данной публикации структура аппаратно-программного комплекса "Альфа-60" претерпела некоторые изменения, комплекс пополнился еще одним периферийным устройством - дигитайзером PAS.465 /производство ЧССР/, существенно расширившим его возможности. ППП "Микроб" пополнился двумя программами. Первая программа выполняет операцию оцифровывания графиков, вторая - предназначена для анализа изображений; она вычисляет длины отрезков между двумя введенными точками изображения, накапливает до 200 длин и строит кривую их распределения.

Пример ввода в память ЭВМ состава питательной среды в виде химических формул

К программе 9

С0Т0419  
100,1000.УКАМИ РЕЖИМ ПРОДОЛЖЕНИЯ?1000  
?6

ВВОДИТЕ ФОРМУЛУ ПО 1 КАНАЛУ

ВВОДИТЕ ТЕКСТ ФОРМУЛЫ.

\* КН2Р04

НАВЕСКА (Г/Л.)?3,65

ВВОДИТЕ ТЕКСТ ФОРМУЛЫ.

\* НА2НР04

НАВЕСКА (Г/Л.)?6,92

ВВОДИТЕ ТЕКСТ ФОРМУЛЫ.

\* ВВОДИТЕ

ФОРМУЛУ ПО 2 КАНАЛУ

ВВОДИТЕ ТЕКСТ ФОРМУЛЫ.

\* МН4N03

НАВЕСКА (Г/Л.)?1,5

ВВОДИТЕ ТЕКСТ ФОРМУЛЫ.

\* ВВОДИТЕ

ФОРМУЛУ ПО 3 КАНАЛУ

ВВОДИТЕ ТЕКСТ ФОРМУЛЫ.

\* МGS04

НАВЕСКА (Г/Л.)?2,25

ВВОДИТЕ ТЕКСТ ФОРМУЛЫ.

где автоматически регистрируемые данные, как правило, необходимо дополнять и пояснять комментариями о трудноформализуемых качественных сторонах процесса. Кроме того, этот же режим позволяет дополнять данные с аппаратуры "АНКУМ" результатами эпизодически выполняемых за пределами данной лаборатории анализов.

Авторы выражают признательность сотрудникам института НИИИ АН СССР, которые содействовали работе по созданию комплекса "Альфа-60" практической помощью, советами, критическими замечаниями и плодотворными обсуждениями. Большую практическую помощь оказали авторам на этапе реализации комплекса Е.В.Макеева /разработка и реализация аппаратного обеспечения/ и М.А.Ройтберг /разработка системного обеспечения/. Успешному развитию данной работы способствовала постоянная и активная научно-организационная поддержка, которую авторы получили на всех критических этапах разработки у Э.Э.Шноля.

\* \* \*

В процессе подготовки данной публикации структура аппаратно-программного комплекса "Альфа-60" претерпела некоторые изменения, комплекс пополнился еще одним периферийным устройством - дигитайзером PAS.465 /производство ЧССР/, существенно расширившим его возможности. ППП "Микроб" пополнился двумя программами. Первая программа выполняет операцию оцифровывания графиков, вторая - предназначена для анализа изображений; она вычисляет длины отрезков между двумя введенными точками изображения, накапливает до 200 длин и строит кривую их распределения.

- \* KSL  
НАВЕСКА (Г/Л.)? .3  
ВВОДИТЕ ТЕКСТ ФОРМУЛЫ.
- \* NASL  
НАВЕСКА (Г/Л.)? .1  
ВВОДИТЕ ТЕКСТ ФОРМУЛЫ.
- \* FES04,9H20  
НАВЕСКА (Г/Л.)? .00307  
ВВОДИТЕ ТЕКСТ ФОРМУЛЫ.
- \* MNS04  
НАВЕСКА (Г/Л.)? .0004  
ВВОДИТЕ ТЕКСТ ФОРМУЛЫ.
- \* COSL2  
НАВЕСКА (Г/Л.)? .0002  
ВВОДИТЕ ТЕКСТ ФОРМУЛЫ.
- \* ZNS04  
НАВЕСКА (Г/Л.)? .0004  
ВВОДИТЕ ТЕКСТ ФОРМУЛЫ.
- \* (NH4)2MO04  
НАВЕСКА (Г/Л.)? .0002  
ВВОДИТЕ ТЕКСТ ФОРМУЛЫ.