

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ
ТЕХНИКА
В ЖИВОТНОВОДСТВЕ



В. И. ВЛАСОВ, В. П. СЛАВОВ, А. А. ИЛЬЯКОВ,
В. П. МАЛЮТИНА, А. Е. ПОПОВ, М. З. ШВИДЕНКО

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Допущено Управлением высшего и среднего
специального образования Госагропрома СССР
в качестве учебного пособия для студентов
сельскохозяйственных вузов, обучающихся
по специальности «Зоотехния»



Киев
Головное издательство
издательского объединения
«Выща школа»
1989

ББК 40.715я73
В94
УДК 681.3 : 636/639/071

Рецензенты:

чл.-кор. ВАСХНИЛ А. П. Солдатов (Московская сельскохозяйственная академия),
д-р с.-х. наук, проф. К. И. Прозора
Редакция литературы по информатике и автоматике
Редактор Л. Н. Чмиль

В94 **Вычислительная техника в животноводстве** /
В. И. Власов, В. П. Славов, А. А. Ильяков и др. — К.:
Выща шк. Головное изд-во, 1989. — 328 с., 34 ил. —
Библиогр.: 19 назв.
ISBN 5—11—000212—6.

В учебном пособии изложены современные формы использования вычислительной техники, конструктивные и эксплуатационные особенности программируемых микрокалькуляторов, микропроцессорной техники, микро-, мини- и супер ЭВМ. Рассмотрены основы программирования, математические методы моделирования с примерами решения задач. Описаны методы оценки биометрических показателей, племенной ценности животных, генетического прогресса и расчета программ селекции, принципы построения и функционирования АСУ технологическими процессами в животноводстве.

Для студентов сельскохозяйственных вузов, обучающихся по специальности «Зоотехния»

В $\frac{2404000000-096}{M211(04)-89}$ 187-89

ББК 40.715я73

ISBN 5—11—000212—6

©Издательское объединение
«Выща школа», 1989

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение

1. Классификация вычислительных машин	5
2. Организационные формы использования вычислительной техники	13
<i>Вопросы для самопроверки</i>	18

Глава 1. Электронные вычислительные машины

1.1. Общие принципы построения ЭВМ	20
1.2. Классификация электронных вычислительных средств	21
1.3. Структура современной ЭВМ	46
1.4. Математическое обеспечение современной ЭВМ	60
<i>Вопросы для самопроверки</i>	76

Глава 2. Основы программирования на ЭВМ

2.1. Разработка алгоритмов решения задач	77
2.2. Автоматизация программирования	81
2.3. Основы программирования на микрокалькуляторах	84
2.4. Элементы программирования на языке ФОРТРАН IV	111
<i>Вопросы для самопроверки</i>	128

Глава 3. Решение оптимизационных задач

3.1. Понятие модели и моделирования	129
3.2. Симплекс-метод	137
3.3. Транспортная задача	161
3.4. Экономико-математические модели для расчета оптимальной структуры и оборота стада	176
3.5. Экономико-математические модели производства и использования кормов	191
3.6. Экономико-математическая модель для расчета оптимальной специализации и сочетания отраслей в сельскохозяйственных предприятиях	217
<i>Вопросы для самопроверки</i>	219

Глава 4. Применение генетико-математических методов

4.1. Оценка групп животных методами биометрии	221
4.2. Корреляционно-регрессионный анализ	237
4.3. Индексация животных и оценка генетического прогресса в популяции	247
4.4. Оптимизация программ селекции больших массивов скота	263
<i>Вопросы для самопроверки</i>	285

Глава 5. Автоматизированные системы управления (АСУ) в животноводстве

5.1. Сущность, задачи и функции АСУ в животноводстве . . .	286
5.2. Информационные потоки	287
5.3. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП)	289
5.4. Автоматизированная обработка данных по стаду коров и селекции в нем	300
5.5. Оперативное управление селекционным процессом.	314
<i>Вопросы для самопроверки</i>	327
Список рекомендуемой литературы	328

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Вычислительные машины предназначены для механизации или автоматизации процесса обработки информации и вычислений.

Историческая необходимость их появления и развития обусловлена развитием человеческого общества. Начало развитию вычислительной техники дало применение счетчиков-регистраторов.

В 1642 г. французский физик Б. Паскаль изобрел суммирующую машину, которая с современной точки зрения представляет собой переходное звено от счетчика-регистратора к счетной машине. В 1673 г. появилась машина немецкого математика Г. В. Лейбница, выполнявшая четыре арифметических действия. В 1812 г. английский математик Чарльз Бэббедж предложил идею создания механической разностной машины, автоматически выполнявшей вычислительные траектории снарядов.

Первую отечественную счетную машину-арифмометр создал в 1874 г. инженер В. Г. Однер, а в 1891 г. на Петербургском механическом заводе начался ее выпуск. Компактность, простота в изготовлении и использовании способствовали распространению этих арифмометров во многих странах мира.

Вслед за В. Г. Однером в 1876 г. русский математик П. Л. Чебышев создал модель машины — прообраз клавишных автоматических машин.

В нашей стране впервые в мире была создана машина, основанная на аналогах. Ее сконструировал и построил академик А. Н. Крылов в 1912 г. в Петербурге. Машина предназначалась для исследований в области кораблестроения. В 1938 г. И. С. Брук создал механическую машину для интегрирования дифференциальных уравнений.

Проект машины, способной читать числа и выполнять действия с ними, был разработан в 1833 г. Ч. Бэббеджем. Но создана эта машина была через 55 лет. Она основывается

на перфорационном принципе, т. е. автоматически воспринимает числа-задания, пробитые на перфокартах.

В 1890 г. американский инженер Г. Холлерит построил электромеханическую вычислительную машину, автоматически выполняющую счет с помощью перфокарт.

Первый в мире итоговый перфоратор был создан в 1929 г. советским ученым Г. Е. Лозовским.

Большой вклад в развитие электронной вычислительной техники внесли советские ученые. Так, в 1918 г. М. А. Бонч-Бруевич изобрел триггерную ячейку — электронное устройство, которое оказалось очень удобным для хранения информации и выполнения над ней логических и арифметических операций. Но сам создатель этого даже не подозревал. В 1934—1935 гг. В. Е. Агапов предложил фотоэлемент для восприятия данных машиной.

Важным этапом в развитии вычислительной техники было создание электронных цифровых вычислительных машин (ЭЦВМ). Первая быстродействующая ЭЦВМ «Эниак» построена в 1946 г. в США.

В нашей стране в 1950 г. под руководством академика С. А. Лебедева была создана первая в Европе малая электронная счетная машина «МЭСМ», которую можно отнести к классу машин общего назначения, в то время как «Эниак» была специализированной машиной.

Вычислительная техника объединяет средства автоматизации математических вычислений и обработки информации. Из всего разнообразия вычислительных средств наиболее важными являются номограммы и счетные таблицы, счетные приборы и счетчики, вычислительные машины.

Номограммы — это графическое изображение зависимостей между несколькими параметрами, например, удоя от дачи корма и т. п. С помощью номограмм искомые величины находят не путем вычислений, а в точках пересечения линий с числовыми пометками.

Счетные таблицы — простейшие вычислительные средства, в которых каждому значению аргумента соответствует известное значение функций. Например, зависимость удоя от дачи корма можно оформить в виде таблицы, содержащей ряды значений аргумента (количество скармливаемого корма) и соответствующих значений функции (удоя). По характеру и назначению различают таблицы общие, или универсальные (умножения, логарифмов чисел, извлечения квадратных, кубических корней) и специальные (для формул, применяемых в определенной специальности). Зоонн-

на перфорационном принципе, т. е. автоматически воспринимает числа-задания, пробитые на перфокартах.

В 1890 г. американский инженер Г. Холлерит построил электромеханическую вычислительную машину, автоматически выполняющую счет с помощью перфокарт.

Первый в мире итоговый перфоратор был создан в 1929 г. советским ученым Г. Е. Лозовским.

Большой вклад в развитие электронной вычислительной техники внесли советские ученые. Так, в 1918 г. М. А. Бонч-Бруевич изобрел триггерную ячейку — электронное устройство, которое оказалось очень удобным для хранения информации и выполнения над ней логических и арифметических операций. Но сам создатель этого даже не подозревал. В 1934—1935 гг. В. Е. Агапов предложил фотоэлемент для восприятия данных машинной.

Важным этапом в развитии вычислительной техники было создание электронных цифровых вычислительных машин (ЭЦВМ). Первая быстродействующая ЭЦВМ «Эниак» построена в 1946 г. в США.

В нашей стране в 1950 г. под руководством академика С. А. Лебедева была создана первая в Европе малая электронная счетная машина «МЭСМ», которую можно отнести к классу машин общего назначения, в то время как «Эниак» была специализированной машиной.

Вычислительная техника объединяет средства автоматизации математических вычислений и обработки информации. Из всего разнообразия вычислительных средств наиболее важными являются номограммы и счетные таблицы, счетные приборы и счетчики, вычислительные машины.

Номограммы — это графическое изображение зависимостей между несколькими параметрами, например, удоя от дачи корма и т. п. С помощью номограмм искомые величины находят не путем вычислений, а в точках пересечения линий с числовыми пометками.

Счетные таблицы — простейшие вычислительные средства, в которых каждому значению аргумента соответствует известное значение функций. Например, зависимость удоя от дачи корма можно оформить в виде таблицы, содержащей ряды значений аргумента (количество скармливаемого корма) и соответствующих значений функции (удоя). По характеру и назначению различают таблицы общие, или универсальные (умножения, логарифмов чисел, извлечения квадратных, кубических корней) и специальные (для формул, применяемых в определенной специальности). Зоонн-

женер в своей практической работе может применять таблицы определения зачетной массы молока, грубых кормов в стогах и скирдах, норм кормления животных в зависимости от их продуктивности, живой массы и т. п.

Счетные приборы предназначены для выполнения одного действия (сложения, умножения, логарифмирования). По степени автоматизации обработки информации различают вычислительные инструменты (логарифмические линейки, счеты) и приборы (планиметры, арифмометры, корреляторы). К счетчикам относятся известные бытовые счетчики (электросчетчики, водомерные, газовые), спидометры, счетчики-регистраторы. Самую многочисленную группу средств вычислительной техники составляют вычислительные машины. Их классифицируют по различным признакам: по степени универсальности, конструктивным особенностям, эксплуатационным возможностям, форме представления обрабатываемой информации (рис. 1).

По степени универсальности в обработке информации различают *вычислительные машины общего назначения* (универсальные) и *специализированные*.

Универсальные машины служат для решения широкого круга задач с помощью программ, составленных для каждого класса задач. Они широко применяются, например, для решения экономико-математических задач, обработки больших массивов информации. Для снижения стоимости и ускорения обработки информации в последнее время наметилась тенденция к специализации универсальных машин для решения математических, учетных, инженерных задач.

Специализированные машины предназначены для решения как правило, одного класса задач и реализуют их по специальной «жесткой» программе. Таковыми являются машины для решения так называемой транспортной задачи или для расчета параметров сетевого графика производственного процесса, билетно-кассовые аппараты и др.

По конструктивным особенностям вычислительные машины делятся на *механические, электромеханические и электронные*. Простейшие из них механические машины с ручным приводом (арифмометры, неавтоматическая вычислительная машина ВК-1). Предназначены они для выполнения простейших математических операций: сложения, вычитания, умножения, деления, извлечения корня.

В электромеханических машинах ручной привод заменен электрическим. Эти машины по их элементной базе разделяют на два типа. Основными элементами машин первого

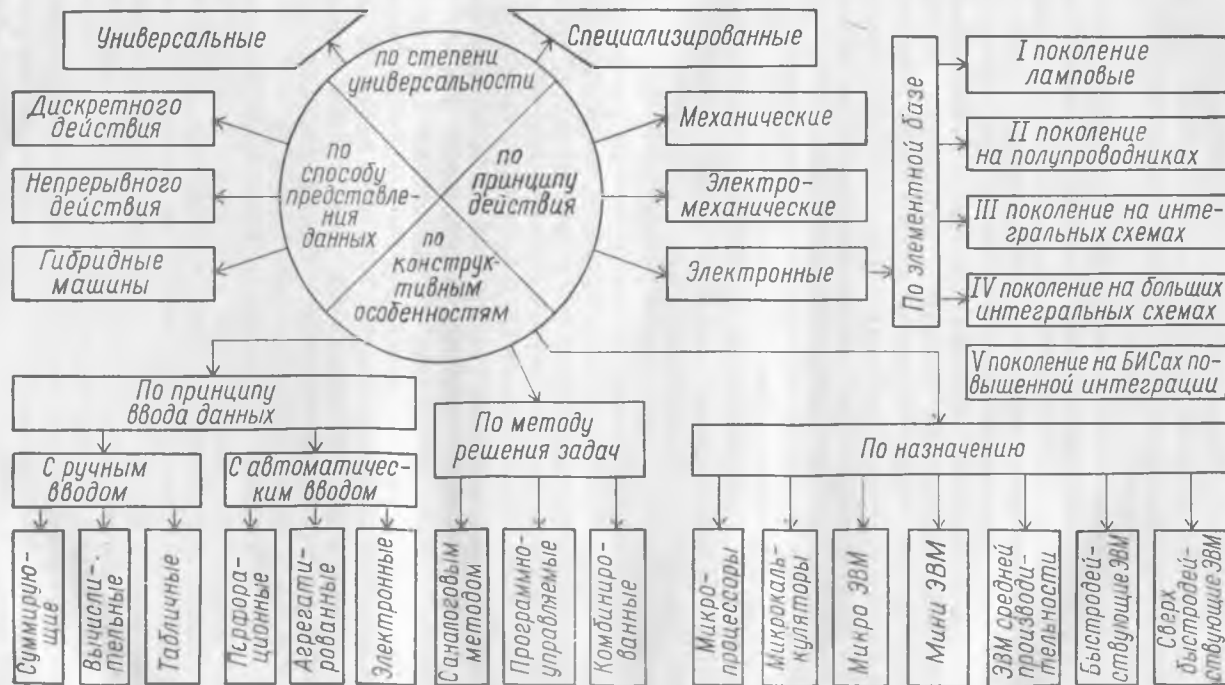


Рис. 1. Классификация вычислительных машин.

типа (ВК-2, ВМП-2, КЕЛ-П) являются, как и в механических машинах, шестерни, колеса, валики и рычаги, а в машинах второго типа «Вятка», большая релейная машина «Маяк-1» — механическое реле. Основными элементами электронных вычислительных машин (ЭВМ) являются электронные приборы: электронные лампы, полупроводники, интегральные схемы, большие интегральные схемы (БИС), сверхбольшие интегральные схемы (СБИС). По элементной базе ЭВМ делятся на несколько поколений. К машинам первого поколения относятся ЭВМ, основой построения которых были электронные лампы, электронные реле (триггеры) «Эниак», МЭСМ, БЭСМ-1, «Стрела-1», М-20, машины серии «Урал», «Минск» и др. На смену им пришли ЭВМ, основу элементной базы которых составляли полупроводники (транзисторы и диоды). ЭВМ второго поколения иногда называли машинами, построенными на твердотельных элементах. Широко известны машины второго поколения, которые выпускались серийно в нашей стране ЭВМ БЭСМ-2, БЭСМ-3, БЭСМ-3М, «Минск-22», «Минск-32», машины серии МИР, «Наири» и др.

Третье поколение электронных вычислительных машин это ЭВМ, построенные с использованием так называемых интегральных схем среднего уровня. У нас хорошо известны их представители серии ЕС ЭВМ ряда 1 и 2.

Для четвертого поколения ЭВМ характерно внедрение в качестве элементной базы логических узлов больших интегральных схем, электронных оперативных запоминающих устройств, микропроцессоров. К таким машинам относятся многомашинные системы параллельной обработки СУММА, созданная на базе отечественных мини-ЭВМ «Электроника-100», современные персональные компьютеры. Представителями машин четвертого поколения в нашей стране можно считать машины типа «Эльбрус-2», М-10 и др.

В настоящее время широко обсуждаются проекты ЭВМ пятого поколения, элементной базой которых являются БИС повышенной степени интеграции.

Наиболее популярной является классификация современных электронных вычислительных средств по их вычислительной мощности. По этому признаку они делятся на микропроцессоры, микрокалькуляторы, микроЭВМ, мини-ЭВМ и макроЭВМ.

По форме представления обрабатываемой информации вычислительные машины принято подразделять на три типа: непрерывного действия — *аналоговые вычислительные*

(АВМ); дискретного действия — *цифровые вычислительные (ЦВМ)* и *гибридные вычислительные (ГВМ)*, или *комбинированные*.

В *аналоговых вычислительных машинах* информация реализуется заменой математических величин некоторыми физическими величинами (величиной электрического тока, напряжением, давлением жидкостей и газов, углом поворота вала), а математические величины изображаются в виде непрерывных значений определенных физических состояний технологического процесса, процессов в электротехнике, теплотехнике, гидродинамике и т. п. Такое изображение математических зависимостей описания процессов, явлений представляет собой их модель, поэтому аналоговые машины называют моделирующими. В зависимости от физического процесса, положенного в основу математической модели, различают электрические (электронные), электромеханические, механические, гидравлические, пневматические и другие АВМ. Из аналоговых машин широко известны МН-7, 8, 10, 10М, 11, 14, 17М, 18; «Оптимум-2», «АСОР-1» и др.

В *цифровых вычислительных машинах* информация представлена цифровыми кодами, а выполнение действий происходит прерывисто. Информация в ЦВМ (буквы, цифры, специальные знаки) представляется в большинстве случаев в двоично-кодированном виде. Объясняется это тем, что элементы машины могут принимать одно из двух возможных устойчивых состояний (покоя или возбуждения). Такое представление информации характерно для двоичной системы счисления. При десятичной системе счисления изображение чисел и действий над ними сводится к закреплению десяти фиксированных положений с помощью различных деталей (цифровых колес, печатающих штанг, промежуточных шестерен, устройств преобразования десятичных чисел). Цифровые вычислительные машины превосходят АВМ по точности, но уступают им в скорости решения задач.

Гибридная вычислительная машина сочетает в себе высокое быстродействие АВМ и большую точность ЦВМ. Очень важно распределение вычислительных работ между аналоговой и цифровой частями ГВМ, так как в случае неправильного решения проявляются отрицательные свойства вычислительных машин обоих типов. Широкое распространение получили ГВМ в системах управления технологическими процессами.

При классификации вычислительных машин по эксплуатационным возможностям принимается во внимание

большее количество признаков: принцип ввода данных, способ представления величин, класс решаемых задач и т. п.

По принципу ввода данных машины делятся на две группы: машины с ручным вводом данных и машины с автоматическим вводом данных. В первых ввод исходных данных и управление вычислительными процессами осуществляются в основном вручную с помощью клавиш. Лишь управление некоторыми моделями клавишных вычислительных машин осуществляется с помощью заранее составленных программ настройки. Машины с ручным вводом данных, в свою очередь, делятся на суммирующие, вычислительные и табличные.

Суммирующие клавишные машины выполняют главным образом сложение и вычитание (в некоторых случаях и умножение методом последовательного сложения, что малоэффективно). По количеству счетчиков счетного механизма суммирующие машины бывают односчетчиковые и многосчетчиковые. К односчетчиковым относятся модели СДВ-107, СДВ-108, «Аскота-110», «Аскота-112», СДК-133, «Искра-108», «Аскота-314», к многосчетчиковым — машины, модели «Аскота-117», имеющие большие преимущества перед односчетчиковыми. Большинство суммирующих клавишных машин имеет печатающий механизм, который производит запись цифровых данных и полученных результатов. Односчетчиковые машины могут иметь как узкую, так и широкую каретку, а многосчетчиковые — только широкую, с помощью которой одновременно с вычислениями осуществляется запись исходных данных и результатов в строках и графах документа. В практике вычислительных работ очень важно, чтобы наряду с подсчетом чисел происходило печатание текста. Машины, которые кроме записи чисел и подсчета их по строчкам и колонкам, способны производить и запись любого текста, могут быть агрегатированными и работать как в автономном режиме, так и в комплексе с другими машинами, приставками и приспособлениями, например с перфокарными устройствами.

Вычислительные машины предназначены для выполнения всех арифметических действий, но наиболее эффективно они производят умножение и деление. Бывают вычислительные машины с ручным приводом (арифмометр ВК-1), полув автоматические (ВК-2, ВМП-2, «Быстрица») и автоматические («Вятка», ВММ-2). По принципу набора данных различают вычислительные машины с набором данных с

помощью специальных рычажковых механизмов (например, у арифмометра) и с помощью клавиш. Последние подразделяются по принципу устройства наборной клавиатуры на десятиклавишные и многоклавишные.

Табличные машины предназначены для механизации счетных работ. Они подразделяются на бухгалтерские, фактурные и специальные.

Бухгалтерские машины выполняют в основном действия сложения и вычитания, а при наличии умножающей приставки — умножения и деления. Наличие в них печатающего механизма позволяет производить печатание чисел по горизонтальным и вертикальным строкам.

Фактурные машины выполняют три-четыре операции. Выполняя одну из трудоемких вычислительных операций — умножение при составлении учетно-плановых документов, эти машины производят запись полного текста и выводят числовые итоги вычислительных действий. Их представителями являются широко применявшиеся модели ВА-345М, ФМР-II, III, IV, ФМСП-II, III, IV. В последнее время широкое распространение получили фактурно-бухгалтерские машины.

К специальным относятся регистрационно-суммирующие машины (например, кассовые и билетно-кассовые).

Фактурные и бухгалтерские машины подразделяются на электромеханические, электронные и агрегатированные.

Электронные машины относятся к машинам с автоматическим вводом данных. Из электронных бухгалтерских машин большое распространение имели бухгалтерские автоматы «Аскота» класса 170/10-55, электронные билетно-кассовые машины ЭБКМ, контрольно-кассовые машины «Ока-4401», электронные бухгалтерские машины (ЭБМ) типа «Искра-2106», ЭБМ «Искра-555». В настоящее время широко применяется электронный бухгалтерский терминал «Нева-501» — отечественная настольная вычислительная машина, предназначенная для учетно-статистических бухгалтерских и других видов работ, связанных с обработкой экономической информации и одновременным оформлением многострочных, многографных документов.

К типу машин с автоматическим вводом данных относятся и перфорационные машины. Ввод информации в них осуществляется с машинных носителей — перфокарт, информация на которые нанесена по определенной системе в виде пробитых отверстий. При выполнении арифметических и ло-

гических операций информация считывается специальными считывающими устройствами. По числу колонок перфокарты бывают 45-колонные и 80-колонные.

По назначению перфорационные машины делятся на вспомогательные, основные и специальные. Вспомогательные предназначены для подготовки перфокарт (перфораторы) и для контроля правильности набивки перфокарт (контроль-ники). Они могут быть цифровыми и алфавитно-цифровыми. С помощью основных машин выполняют логические и арифметические операции. К логическим операциям относится сортировка перфокарт, ее производят сортировальными машинами. Арифметические операции и печатание окончательных документов (табуляграмм) производятся табуляторами. Сортировальные машины и табуляторы могут быть также цифровыми и алфавитно-цифровыми. Первые являются механическими, вторые — электронными.

К специальным перфорационным машинам относятся специальные перфораторы, расшифровочные, раскладно-подборочные и электронные вычислительные приставки. Специальные машины расширяют возможности вспомогательных и специальных машин.