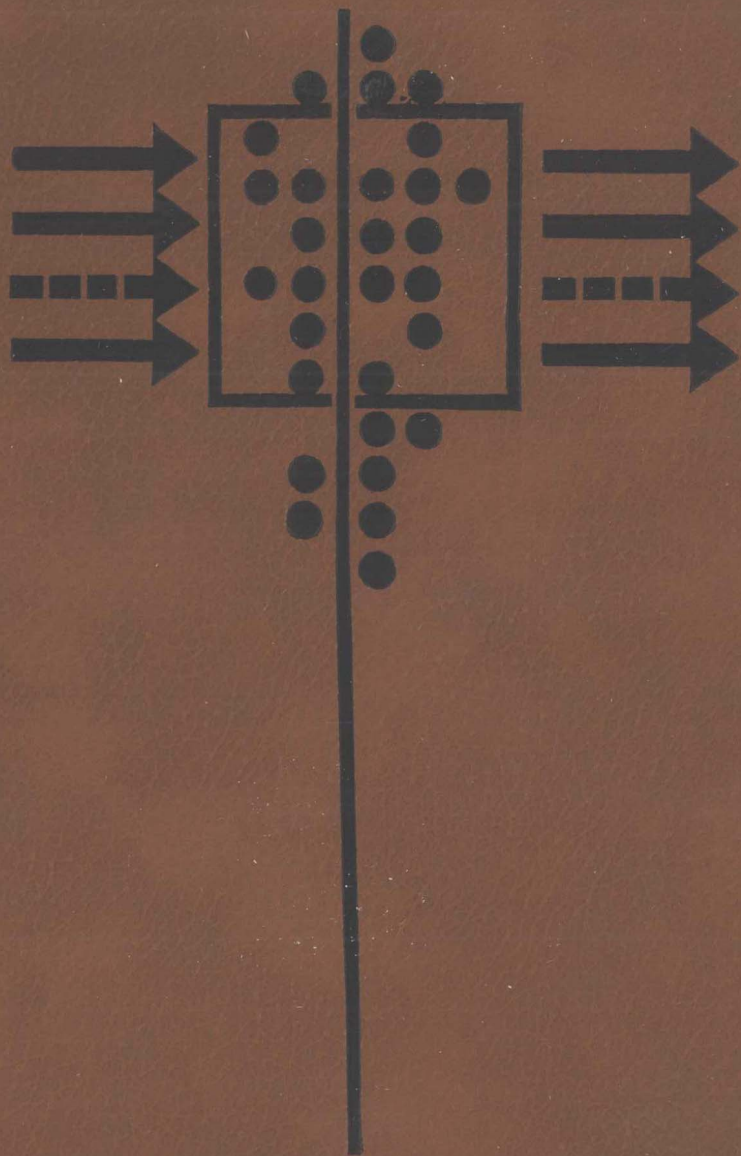


Л.П.КРАЙЗМЕР

КИБЕРНЕТИКА



Леонид Павлович Крайзмер

КИБЕРНЕТИКА

Редактор Л. В. Дуженко
Худож. редактор А. Н. Михайлов
Техн. редакторы О. К. Ли, А. В. Кузюткина, С. В. Фельдман
Корректор Л. В. Соколова
Художник оформления В. П. Рафальский

ИБ № 2564

Сдано в набор 27.09.84. Подписано к печати 12.05.85. Т-08675. Формат 60×90^{1/32}. Бумага кн.-журн. Литературная гарнитура. Высокая печать. Усл. печ. л. 16. Усл. кр.-отт. 16. Уч.-изд. л. 17,38. Тираж 8000 экз. Зак. № 1970. Цена 90 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат».
107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18.

Ленинградская типография № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгения Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 191126, Ленинград, Социалистическая ул., 14

Л. П. КРАЙЗМЕР

КИБЕРНЕТИКА

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ПЕРЕРЕБОТАННОЕ
И ДОПОЛНЕННОЕ

Допущено Главным управлением высшего и среднего сельскохозяйственного образования Министерства сельского хозяйства СССР в качестве учебного пособия для студентов сельскохозяйственных вузов по экономическим специальностям



МОСКВА АГРОПРОМИЗДАТ 1985

ББК 65.9(2)32

К78

УДК 631.1:621.391(075.8)

Рецензенты:

доктор технических наук **Г. И. Бельчанский**,
кандидаты экономических наук **Д. Д. Дударев**,
Н. И. Копенкин, **О. Т. Ольховая**

Крайзмер Л. П.

К78 Кибернетика. Учеб. пособие для студ. с.-х. вузов по экон. спец.— 2-е изд.; перераб. и доп.— М.: Агропромиздат, 1985.— 255 с.

Учебное пособие (1-е издание — 1977 г.) подготовлено в соответствии с программой курса «Кибернетика» по специальности Экономическая кибернетика в сельском хозяйстве». В нем излагаются основы системологии как важного раздела кибернетики, обосновывается представление о моделировании как ведущем методе исследования в кибернетике, описаны особенности информационно-поисковых систем, алгоритмы процессов управления в сложных системах.

К $\frac{3801010000-261}{035(01)-85}$ 147—85

ББК 65.9 (2) 32
333

ТП из-ва «Экономика»

© Издательство «Экономика», 1977
© ВО «Агропромиздат», 1985,
с изменениями

Совершенствование управления народным хозяйством и внедрение в этих целях новейших методов кибернетики и электронной вычислительной техники занимают важное место в экономической политике нашей партии.

Реализация методов кибернетики и применение электронной вычислительной техники в управлении сельским хозяйством — основа деятельности специалистов по экономической кибернетике, подготавливаемых высшими сельскохозяйственными учебными заведениями. В 1973 г. Министерством высшего и среднего специального образования СССР утвержден новый учебный план по этой специальности, в который впервые в качестве самостоятельной дисциплины включен курс «Кибернетика». В 1974 г. Главным управлением высшего и среднего сельскохозяйственного образования Министерства сельского хозяйства СССР разработана и утверждена программа этого курса, в соответствии с которой написано учебное пособие, изданное в 1977 г.¹

Перед автором данного пособия стояла задача изложить основные теоретические вопросы кибернетики исходя из того, что прикладные вопросы этой науки (и сельскохозяйственной кибернетики, в частности) будут подробно представлены в соответствующих специальных курсах.

Подготавливая книгу, автор стремился дать широкую картину состояния и перспектив развития кибернетики, познакомить с новыми идеями в этой области (моделирование памяти, искусственный интеллект, роботы), с тем чтобы будущие специалисты по экономической кибернетике, получая солидную математическую подготовку, имели представление хотя бы на уровне блок-схем о структуре и возможностях современной кибернетической техники, ее технических данных и экономических последствиях ее использования во всех отраслях сельского хозяйства (а не только в экономико-математических расчетах).

В дальнейшем программа курса была расширена за счет введения новых тем — «Математические основы кибернетики» и «Математическое моделирование в экономике»; ряд тем был дополнен новыми вопросами. Однако теоретические основы кибернетики, оставаясь неизменными, обусловили относительную стабильность их изложения в учебном пособии.

¹ Крайзмер Л. П. Кибернетика. Учеб. пособие для с.-х. вузов. М.: Экономика, 1977.

Так как объем книги остался прежним, то некоторые материалы, содержащиеся в ее первом издании, были сокращены главным образом за счет примеров из области моделирования управления в технических и биологических системах. Вместе с тем сокращение ни в коей мере не затронуло тех основополагающих вопросов, которыми определяется подготовка специалистов по экономической кибернетике.

Ввиду насыщенности программы и ограниченного объема ее изложения предлагаемое пособие не содержит числовых примеров и задач с решениями, которые могли бы войти в методические разработки кафедр.

Настоящее пособие включает «Введение» и четыре раздела: «Системы» (гл. 1, 2, 3, 4), «Моделирование» (гл. 5, 6, 7), «Информация» (гл. 8, 9, 10, 11, 12) и «Управление» (гл. 13, 14, 15, 16, 17).

Для того чтобы студенты и другие читатели могли найти более углубленные ответы на интересующие их вопросы, в книге приводится краткая библиография по основным проблемам кибернетики.

Для облегчения отыскания нужного материала пособие снабжено предметным указателем.

Параграфы 7.2, 7.3, 7.4 и 7.5 книги написаны по просьбе автора канд. экономических наук П. П. Пастернаком.

Автор и издательство будут благодарны читателям, которые выскажут свое мнение о пособии, критические замечания и советы по его улучшению. Отзывы, замечания и пожелания просьба направлять по адресу: 107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18, ВО «Агропромиздат».

Автор

Современное поколение является свидетелем стремительного развития науки и техники. За последние триста лет человечество прошло путь от простейших паровых машин до мощных атомных электростанций, овладело сверхзвуковыми скоростями полета, поставило себе на службу энергию рек, создало огромные океанские корабли и гигантские землеройные машины, заменяющие труд десятков тысяч землекопов. Запуском первого искусственного спутника Земли и полетом первого человека в космос наша страна проложила путь к освоению космического пространства.

Однако до середины XX века почти все создаваемые человеком механизмы предназначались для выполнения хотя и весьма разнообразных, но в основном исполнительных функций. Их конструкция предусматривала всегда более или менее сложное управление, осуществляемое человеком, который должен оценивать внешнюю обстановку, внешние условия, наблюдать за ходом того или иного процесса и соответственно управлять машинами, движением транспорта и т. д. Область умственной деятельности, психики, сфера логических функций человеческого мозга казались до недавнего времени совершенно недоступными механизации.

Рисуя картины жизни будущего общества, авторы фантастических рассказов и повестей часто представляли, что всю работу за человека будут выполнять машины, а роль человека сведется лишь к тому, чтобы, наблюдая за работой этих машин, нажимать на пульте соответствующие кнопки, управляющие определенными операциями.

Однако современный уровень развития радиоэлектроники позволяет ставить и разрешать задачи создания новых устройств, которые освободили бы человека от необходимости следить за производственным процессом и управлять им, т. е. заменили бы собой оператора, диспетчера. Появился новый класс машин — управляющие машины, которые могут выполнять самые разнообразные и часто весьма сложные задачи управления производственными процессами, движением транспорта и т. д. Создание управляющих машин позволяет перейти от автоматизации отдельных станков и агрегатов к комплексной автоматизации конвейеров, цехов, целых заводов.

Вычислительная техника используется не только для управления технологическими процессами и решения многочисленных трудоемких научно-теоретических и конструкторских вычислительных задач, но и в сфере управления народным хозяйством, экономики и планирования.

За последние годы центр тяжести применения ЭВМ в значительной степени переместился в область планово-экономических расчетов и управления деятельностью предприятий, отраслей промышленности и сельского хозяйства. Ведется интенсивная работа по созданию в нашей стране общегосударственной автоматизированной системы управления народным хозяйством на базе государственной сети вычислительных центров и государственной сети передачи данных.

Все более широко используются ЭВМ в справочно-информационной службе и торговле, в юриспруденции и литературоведении, в исторических исследованиях и учебном процессе. В настоящее время трудно назвать какую-либо область человеческой деятельности, где бы в той или иной мере не применялась электронная вычислительная техника или не велись исследования возможностей ее использования.

Главным фактором развития сельского хозяйства в настоящее время является перевод его на индустриальную основу, всесторонняя техническая реконструкция. Реализация этих процессов немыслима без непрерывного совершенствования форм и методов управления сельскохозяйственным производством на основе широкого использования современной теории управления сложными системами и применения новейшей электронной вычислительной техники. Поэтому важно, чтобы специалисты сельскохозяйственного производства и организаторы сельского хозяйства владели методами кибернетики как общей теории управляющих систем.

Существует большое количество различных определений понятия «кибернетика», однако все они в конечном счете сводятся к тому, что *кибернетика — это наука, изучающая общие закономерности строения сложных систем управления и протекания в них процессов управления*. А так как любые процессы управления связаны с принятием решений на основе получаемой информации, то кибернетику часто определяют еще и как *науку об общих законах получения, хранения, передачи и преобразования информации в сложных управляющих системах*.

Появление кибернетики как самостоятельного научного направления относят к 1948 г., когда американский ученый, профессор математики Массачусетского технологического института Норберт Винер (1894—1964 гг.) опубликовал книгу «Кибернетика, или управление и связь в животном и машине». В этой книге Винер обобщил закономерности, относящиеся к системам управления различной природы — биологическим, техническим и социальным. Вопросы управления в социальных системах были более подробно рассмотрены им в книге «Кибернетика и общество», опубликованной в 1954 г.

Название «кибернетика» происходит от греческого «кюбернетес», что первоначально означало «рулевой», «кормчий», но впоследствии стало обозначать и «правитель над людьми». Так, древнегреческий философ Платон в своих сочинениях в одних случаях называет кибернетикой искусство управления кораблем или ко-

лесницей, а в других — искусство править людьми. Примечательно, что римлянами слово «кюбернетес» было преобразовано в «губернатор».

Известный французский ученый-физик А. М. Ампер (1775—1836 гг.) в своей работе «Опыт о философии наук, или Аналитическое изложение естественной классификации всех человеческих знаний», первая часть которой вышла в 1834 г., назвал кибернетикой науку о текущем управлении государством (народом), которая помогает правительству решать встающие перед ним конкретные задачи с учетом разнообразных обстоятельств в свете общей задачи принести стране мир и процветание.

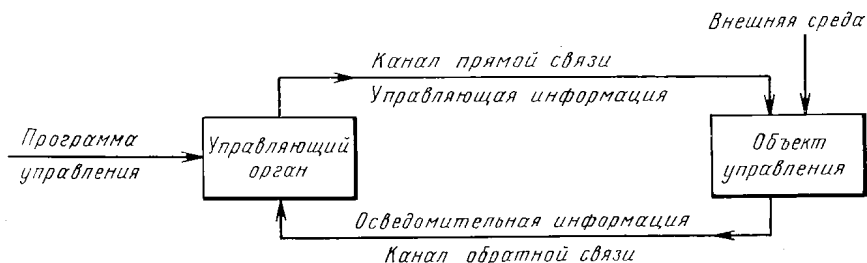


Рис. В.1. Простейшая структура системы управления

Однако вскоре термин «кибернетика» был забыт и, как отмечалось ранее, возрожден в 1948 г. Винером в качестве названия науки об управлении техническими, биологическими и социальными системами.

Что же дает основание сравнивать процессы управления в столь отличающихся качественно друг от друга системах?

Для установления подобных аналогий рассмотрим простейшую *структурную схему управления* (рис. В.1), где представлены имеющиеся в любой системе управления по крайней мере две основные части: управляющий орган и объект управления.

Предположим прежде всего, что речь идет о системе неавтоматического управления каким-либо объектом (станком, трактором, предприятием и т. п.), которое осуществляет человек (оператор, тракторист, директор), именуемый в дальнейшем руководителем.

Воздействие на управляемый объект может осуществляться механическим путем (при помощи рычагов или гибких тяг, гидравлического или пневматического привода); электрическими сигналами; при помощи распоряжений исполнителям (если объектами управления выступают коллективы людей), причем эти распоряжения могут передаваться как непосредственно, так и по телефону, телеграфу, по радио, письменно и многими иными способами. Вся совокупность перечисленных управляющих воздействий, приказов, команд, распоряжений, указаний и т. д. будет в дальнейшем называться *управляющей информацией*. Эта управляю-

щая информация в соответствии с заданной программой управления передается объекту управления по каналу связи, который можно условно определить как *канал прямой связи* (сверху вниз).

Однако получение объектом управления надлежащей управляющей информации, как правило, не обеспечивает его правильного функционирования, соответствующего разработанным планам и программе управления, из-за внутренних свойств объекта и влияний на него внешней среды. Причем и те и другие причины не могут быть точно предусмотрены заранее при разработке программы управления. Так, в случае управления коллективом людей (например, на предприятии) могут иметь место факты недисциплинированности, прогулы или невыходы на работу по болезни, низкая квалификация исполнителей, ошибки при выполнении заданий.

С другой стороны, добросовестный и творческий подход к работе, хорошая ее организация приводят к перевыполнению плановых заданий, что также является хотя и желательным и благоприятным, но все же отклонением от намеченной программы, требующим корректировки планов поставки сырья, отгрузки готовой продукции, взаимосвязей с другими звеньями производственного процесса, т. е. корректировки управляющей информации.

Такая корректировка может осуществляться руководителем рационально лишь при условии, что он будет регулярно получать сведения о фактическом состоянии и функционировании объекта управления. Для передачи этих сведений, в дальнейшем называемых *осведомительной информацией*, в системе управления служит *канал обратной связи* от объекта управления к управляющему органу (снизу вверх).

То же происходит и при управлении техническими объектами. Даже в таком, казалось бы, простом случае, как управление автомобилем при движении по совершенно прямой дороге при отсутствии других движущихся объектов и пешеходов, водитель не может закрепить руль, а вынужден непрерывно корректировать направление движения, наблюдая за отклонениями от заданного направления, которые происходят, например, из-за незначительного несоответствия диаметров шин (свойства объекта управления) и малейших неровностей дорожного покрытия (влияние внешней среды).

Сказанное в полной мере относится и к системам *автоматического управления*, где в контуре управления функции руководителя в качестве управляющего органа выполняются некоторым автоматом. В современных системах управления таким автоматом является, как правило, электронная вычислительная машина. При этом человек исключается из контура управления, и его роль сводится к разработке, созданию и регулировке системы управления, разработке для нее программы, реализуемой управляющим автоматом (ЭВМ), наблюдению за работой системы и в случае необходимости — ее ремонту и регулировке.

Необходимость или целесообразность такого замещения человека автоматом может определяться одной из следующих причин.

Во-первых, функционирование объекта управления может ха-

рактизоваться такими большими скоростями, что человек в силу нейрофизиологических ограничений скорости своих реакций не может достаточно быстро в темпе функционирования объекта или, как принято говорить, *в реальном масштабе времени* осуществлять необходимые управляющие воздействия. Данное ограничение относится в той или иной мере, например, к процессам управления самолетами, космическими кораблями, ракетами, атомными и химическими реакциями.

Во-вторых, управляющий автомат оказывается необходимым, когда управление должно осуществляться в тех местах, где присутствие человека либо невозможно, либо связано с большими трудностями и затратами (космические аппараты, другие планеты, опасные и вредные производственные помещения), а телеуправление по тем или иным причинам нецелесообразно.

В-третьих, в ряде производственных процессов автоматическое управление может обеспечить более высокие показатели точности изготовления изделий и улучшение других качественных показателей.

Наконец, в-четвертых, даже и в тех случаях, когда человек может успешно управлять некоторым производственным процессом, применение управляющих автоматов может дать значительный экономический эффект за счет существенного снижения трудовых затрат.

Управление в высокоорганизованных живых существах осуществляется в соответствии с той же структурной схемой (см. рис. В.1). Роль управляющего органа в этом случае выполняет центральная нервная система (включающая головной и спинной мозг), которая реализует программу управления, заложенную, с одной стороны, генетически, а с другой стороны — вводимую извне в результате обучения и самообучения. Объектами управления при этом являются все органы человека и животного; каналами связи, несущими управляющую информацию, — так называемые «эфферентные» нервы, а несущими осведомительную информацию — «афферентные» нервы.

Таким образом, структура схем управления во всех видах систем управления — социальных, технических и биологических — оказывается в принципе идентичной. Более того, математические уравнения, при помощи которых описываются процессы управления в разнородных системах, также оказываются в значительной мере подобными (более детально структуры систем и математическое описание процессов управления рассмотрены в гл. 14—16 настоящего пособия).

Все изложенное позволяет сформулировать суть управления следующим образом. *Управление есть выработка управляющим органом управляющей информации, соответствующей программе управления, передача ее объекту управления, получение и анализ осведомительной информации от объекта управления о его фактическом поведении, а также соответствующая результатам этого анализа корректировка или выработка новой управляющей инфор-*

мации с целью оптимизации (достижения наилучших условий) функционирования объекта управления.

Становление и успешное развитие любого научного направления связаны, с одной стороны, с накоплением достаточного количества знаний, на базе которых может развиваться данная наука, и, с другой — с потребностями общества в ее развитии. Поэтому не случайно, что размышления о кибернетике Платона и Ампера не получили в свое время дальнейшего развития и были в сущности забыты. Достаточно солидная научная база для становления кибернетики создавалась лишь в течение XIX—XX веков, а технологическая база непосредственно связана с развитием электроники за период последних 50—60 лет.

Социальная потребность в развитии кибернетики на современной ступени общественного развития определяется прежде всего бурным ростом технологического уровня производства, в результате чего доля суммарных физических усилий человека и животных составляет в настоящее время менее 1 % мирового энергетического баланса. Снижение данной величины обусловлено стремительным ростом энерговооруженности работников физического труда, сопровождающимся и значительным повышением его производительности. Вместе с тем так как управление современной техникой требует все больших затрат нервной энергии, а психофизические возможности человека ограничены, то оказывается, что именно они в значительной степени ограничивали полноценное использование достижений технического прогресса.

С другой стороны, в развитых странах доля работников умственного труда по отношению ко всем работающим приближается уже к 50 %, причем дальнейшее возрастание ее является объективным законом общественного развития. А производительность умственного труда, в процессе которого до недавнего времени использовались лишь самые примитивные технические средства повышения его эффективности (арифмометры, конторские счета, логарифмические линейки, пишущие машинки), практически оставалась на уровне прошлого века.

Если учитывать также непрерывное возрастание сложности технологических процессов, характеризующихся большим количеством разнообразных показателей, то становится ясным, что отсутствие механизации информационных процессов тормозит дальнейшее развитие научно-технического прогресса. Перечисленные факторы в совокупности и обусловили быстрое развитие кибернетики и ее технической базы — кибернетической техники.

Развитие кибернетики как науки было подготовлено многочисленными работами ученых в области математики, механики, автоматического управления, вычислительной техники, физиологии высшей нервной деятельности. Уместно в этой связи напомнить высказывание одного из гениев науки Исаака Ньютона: «Если я видел дальше, чем другие, то потому, что я стоял на плечах гигантов».

Кто же эти гиганты, заложившие фундамент, на котором было построено «здание» кибернетики? Назовем некоторых из них.

Основы теории автоматического регулирования и теории устойчивости систем регулирования содержались в трудах выдающегося русского математика и механика Ивана Алексеевича Вышнеградского (1831—1895 гг.), обобщившего опыт эксплуатации и разработавшего теорию и методы расчета автоматических регуляторов паровых машин.

Общие задачи устойчивости движения, являющиеся фундаментом современной теории автоматического управления, были решены одним из крупнейших математиков своего времени Александром Михайловичем Ляпуновым (1857—1918 гг.), многочисленные труды которого сыграли огромную роль в разработке теоретических вопросов технической кибернетики.

Работы по теории колебаний, выполненные коллективом ученых под руководством известного советского физика и математика Александра Александровича Андропова (1901—1952 гг.), послужили основой для решения впоследствии ряда нелинейных задач теории автоматического регулирования. А. А. Андронов ввел в теорию автоматического управления понятия и методы фазового пространства, сыгравшие важную роль в решении задач оптимального управления.

Исследование процессов управления в живых организмах связывается прежде всего с именами великих русских физиологов — Ивана Михайловича Сеченова (1829—1905 гг.) и Ивана Петровича Павлова (1849—1936 гг.). И. М. Сеченов еще во второй половине прошлого столетия заложил основы рефлекторной теории и высказал весьма смелое для своего времени положение, что мысль о машинности мозга — клад для физиолога, коренным образом противоречащее господствовавшей тогда доктрине о духовном начале человеческого мышления и психики.

Блестящие работы И. П. Павлова обогатили физиологию высшей нервной деятельности учением об условных рефлексах и формулировкой принципа обратной афферентации, являющегося аналогом принципа обратной связи в теории автоматического регулирования. Труды И. П. Павлова стали основой и отправным пунктом для ряда исследований в области кибернетики, и биологической кибернетики в частности.

Материальной базой реализации управления с использованием методов кибернетики является электронная вычислительная техника. При этом «кибернетическая эра» вычислительной техники характеризуется появлением машин с «внутренним программированием» и «памятью», т. е. таких машин, которые в отличие от логарифмической линейки, арифмометров и простых клавишных машин могут работать автономно, без участия человека, после того как человек разработал и ввел в их память программу решения сколь угодно сложной задачи. Это позволяет машине реализовать скорости вычислений, определяемые их организацией, элементами и схемами, не ожидая подсказки «что дальше делать» со стороны человека-оператора, не способного выполнять отдельные функции чаще одного-двух раз в секунду. Именно это и позволило достичь

в настоящее время быстродействия ЭВМ, характеризующегося сотнями тысяч, миллионами, а в уникальных образцах — сотнями миллионов арифметических операций в секунду.

К наиболее ранним и близким прообразам современных цифровых ЭВМ относится «аналитическая машина» английского математика Чарльза Беббиджа (1792—1871 гг.). В первой половине XIX века он разработал проект машины для автоматического решения задач, в котором гениально предвосхитил идею современных кибернетических машин. Машина Беббиджа содержала арифметическое устройство («мельницу») и память для хранения чисел («склад»), т. е. основные элементы современных ЭВМ.

Большой вклад в развитие кибернетики и вычислительной техники сделан английским математиком Аланом Тьюрингом (1912—1954 гг.). Выдающийся специалист по теории вероятностей и математической логике, Тьюринг известен как создатель теории универсальных автоматов и абстрактной схемы автомата, принципиально пригодного для реализации любого алгоритма. Этот автомат с бесконечной памятью получил широкую известность как «машина Тьюринга» (1936 г.). После второй мировой войны Тьюринг разработал первую английскую ЭВМ, занимался вопросами программирования и обучения машин, а в последние годы жизни — математическими вопросами биологии.

Исключительное значение для развития кибернетики имели работы американского ученого (венгра по национальности) Джона фон Неймана (1903—1957 гг.) — одного из самых выдающихся и разносторонних ученых нашего века. Он внес фундаментальный вклад в область теории множеств, функционального анализа, квантовой механики, статистической физики, математической логики, теории автоматов, вычислительной техники. Благодаря ему получили развитие новые идеи в области этих научных направлений. Д. фон Нейман в середине 40-х годов разработал первую цифровую ЭВМ в США. Он — создатель новой математической науки — теории игр, непосредственно связанной с теоретической кибернетикой. Им разработаны пути построения сколь угодно надежных систем из ненадежных элементов и доказана теорема о способности достаточно сложных автоматов к самовоспроизведению и к синтезу более сложных автоматов.

Важнейшие для кибернетики проблемы измерения количества информации разработаны американским инженером и математиком Клодом Шенноном, опубликовавшим в 1948 г. классический труд «Теория передачи электрических сигналов при наличии помех», в котором заложены основные идеи существенного раздела кибернетики — теории информации.

Ряд идей, нашедших отражение в кибернетике, связан с именем советского математика академика А. Н. Колмогорова. Первые в мире работы в области линейного программирования (1939 г.) принадлежат академику Л. В. Канторовичу.

Необходимо отметить и труды А. А. Богданова (1873—1928 гг.) в этой области. Всем известна острая критика, которой В. И. Ленин

подверг А. А. Богданова за его путанные философские построения. Но Богданов был также автором ряда работ по политической экономике и большой монографии «Всеобщая организационная наука (тектология)». Эта работа, опубликованная впервые в 1912—1913 гг., а затем изданная в виде трехтомника в 1925—1929 гг., содержит ряд оригинальных идей, предвосхищающих многие положения современной кибернетики.

Появление в 1948 г. работы Н. Винера было представлено на Западе некоторыми журналистами как сенсация. О кибернетике, вопреки мнению самого Винера, писали как о новой универсальной науке, якобы способной заменить философию, объясняющую процессы развития в природе и обществе. Все это наряду с недостаточной осведомленностью отечественных философов с первоисточниками из области теории кибернетики привело к необоснованному отрицанию ее в нашей стране как самостоятельной науки.

Однако уже в середине 50-х годов положение изменилось. В 1958 г. в русском переводе выходит первая книга Н. Винера, а в 1959 г. — книга «Введение в кибернетику» английского биолога У. Р. Эшби, написанная им в 1958 г. Эта, а также другие работы Эшби, в частности его монография «Конструкция мозга» (1952 г.), принесли ученому широкое признание в области кибернетики, и биологической кибернетики в частности.

Интенсивное развитие кибернетики в нашей стране связано с деятельностью таких крупных ученых, как академик А. И. Берг (1893—1979 гг.) — выдающийся ученый, организатор и бессменный руководитель Научного совета по кибернетике АН СССР; академик В. М. Глушков (1923—1982 гг.) — математик и автор ряда работ по кибернетике, теории конечных автоматов, теоретическим и практическим проблемам автоматизированных систем управления; академик В. А. Котельников, разработавший ряд важнейших проблем теории информации; академик С. А. Лебедев (1902—1974 гг.), под руководством которого был создан ряд быстродействующих ЭВМ; член-корреспондент АН СССР А. А. Ляпунов (1911—1973 гг.) — талантливый математик, сделавший очень много для распространения идей кибернетики в нашей стране; академик А. А. Харкевич (1904—1965 гг.) — выдающийся ученый в области теории информации, и многих других. Большой вклад в развитие экономической кибернетики внесли академики Н. П. Федоренко и А. Г. Аганбегян. Первые работы по сельскохозяйственной кибернетике выполнены М. Е. Браславцем, Р. Г. Кравченко, И. Г. Поповым. Поэтому не случайно, что признавая конкретные достижения отдельных русских и советских ученых в области кибернетики, некоторые зарубежные исследователи по праву называют второй родиной этой науки Советский Союз.

Что же является объектом, предметом кибернетики, каковы ее методы и цели?

Кибернетика как наука об управлении имеет, очевидно, объектом своего изучения управляющие системы. Для того чтобы в системе могли протекать процессы управления, она должна обладать

определенной степенью сложности. С другой стороны, осуществление процессов управления в системе имеет смысл только в том случае, если эта система изменяется, движется, т. е. если речь идет о динамической системе. Поэтому можно уточнить, что *объектом изучения кибернетики являются сложные динамические системы*. К сложным динамическим системам относятся и живые организмы (животные и растения), и социально-экономические комплексы (организованные группы людей, бригады, подразделения, предприятия, отрасли промышленности, государства), и технические агрегаты (поточные линии, транспортные средства, системы агрегатов).

Однако, рассматривая сложные динамические системы, кибернетика не ставит перед собой задач всестороннего изучения их функционирования. Хотя кибернетика и изучает общие закономерности управляющих систем, их конкретные физические особенности находятся вне поля ее зрения. Так, при исследовании с позиций кибернетической науки такой сложной динамической системы, как мощная электростанция, мы не сосредоточиваем внимания непосредственно на вопросе о коэффициенте ее полезного действия, габаритах генераторов, физических процессах генерирования энергии и т. д. Рассматривая работу сложного электронного автомата, мы не интересуемся, на основе каких элементов (электромеханические реле, ламповые или транзисторные триггеры, ферритовые сердечники, полупроводниковые интегральные схемы) функционируют его арифметические и логические устройства, память и др. Нас интересует, какие логические функции выполняют эти устройства, как они участвуют в процессах управления. Изучая, наконец, с кибернетической точки зрения работу некоторого социального коллектива, мы не вникаем в биофизические и биохимические процессы, происходящие внутри организма индивидуумов, образующих этот коллектив.

Изучением всех перечисленных вопросов занимаются механика, электротехника, физика, химия, биология. Предмет кибернетики составляют только те стороны функционирования систем, которыми определяется протекание в них процессов управления, т. е. процессов сбора, обработки, хранения информации и ее использования для целей управления. Однако когда те или иные частные физико-химические процессы начинают существенно влиять на процессы управления системой, кибернетика должна включать их в сферу своего исследования, но не всестороннего, а именно с позиций их воздействия на процессы управления. Таким образом, *предметом изучения кибернетики являются процессы управления в сложных динамических системах*.

Какими методами пользуется кибернетика, какова ее методология? Всеобщим методом познания, в равной степени применимым к исследованию всех явлений природы и общественной жизни, служит материалистическая диалектика. Однако, кроме общепhilosophического метода, в различных областях науки применяется большое количество специальных методов.

Любые явления, объекты, процессы можно изучать как с качественной, так и с количественной стороны. Можно описать некоторое явление, употребляя множество прилагательных, применяя их в различных степенях сравнения, проводя параллели между исследуемым явлением и другими явлениями, словесно описать динамику его развития и т. д. Но то же самое явление можно описать, используя точные количественные показатели (размеры, температуру, давление, число элементов и их пространственные координаты, нумерацию последовательности состояния).

Первый вид описания — качественное описание, как правило, в большей или меньшей степени имеет эмоциональную, субъективную окраску и может быть практически использовано для целей управления только человеком, ибо для любого автоматического устройства слова «большой», «красивый», «мощный», «постепенный», «медленный» и другие не имеют содержания. Однако мы вынуждены пользоваться подобной терминологией в тех случаях, когда нет возможности дать более точные определения. Мы говорим «густые посевы», если не знаем точного количества растений на единицу площади; говорим, что трактор находится «далеко», если не можем указать, на каком расстоянии от нас он находится. И в научных исследованиях, не располагая точными количественными показателями, мы оказываемся вынужденными прибегать к качественным, иногда весьма приблизительным описаниям. Вместе с тем исследователь должен всегда стремиться к возможно более точному количественному описанию исследуемого процесса или явления.

Наибольшие успехи в этом направлении достигнуты в области технических наук и производственных процессов: механике и машиностроении, электротехнике, строительстве, транспорте и ряде других. При описании таких систем и процессов можно не только указать их точные количественные параметры, но и составить уравнения, связывающие между собой эти параметры в динамике развития системы, и таким образом рассчитать значения одних параметров в зависимости от изменения других.

Однако невозможно расчетным путем установить заранее, какой частоты достигнет пульс спортсмена после пробега определенного расстояния с некоторой заданной скоростью, на сколько процентов изменится производительность труда в зависимости от того или иного режима работы и длительности ее перерывов, как изменится объем валовой продукции предприятия при изменении структуры управления им и т. д. Причем невозможность точного определения количественных характеристик и уравнений, отражающих взаимосвязь между ними, не является принципиальной специфической чертой таких сложных систем, а отражает меру нашего незнания или неточного знания процессов, происходящих в этих системах. По мере углубления представления о процессах, протекающих в тех или иных системах, возрастают и возможности количественного описания этих процессов.