

Таким образом, по каждой зоне имеем три вектора двойственных оценок: $(z_j^{(r)})$; $(z_{j+1}^{(r)})$; $(z_{j+2}^{(r)})$. Умножив элементы этих векторов на площади соответствующих угодий и поделив суммы этих произведений на суммы площадей, получим вектор средневзвешенных оценок 1 га сельскохозяйственных угодий в зоне $r(z^{(r)})$:

$$(z^{(r)}) = \begin{pmatrix} z_1^{(r)} \\ z_2^{(r)} \\ \vdots \\ z_\tau^{(r)} \\ \vdots \\ z_\lambda^{(r)} \end{pmatrix},$$

$$z_\tau^{(r)} = \sum_{j=1}^3 z_{j\tau}^{(r)} x_{j\tau}^{(r)} / \sum_{j=1}^3 x_{j\tau}^{(r)},$$

где $x_{j\tau}^{(r)}$ — площадь вида j угодий в зоне r в τ -м году. Средневзвешенные оценки могут быть получены также сразу из ответа задачи в том случае, если среди условий задачи имеется ограничение по наличию общей площади сельскохозяйственных угодий с соответствующим рядом ограничений по возможности перевода одного вида угодий в другой. Таким образом, по каждой зоне имеются векторы $(z^{(r)})$, которые в совокупности составляют матрицу двойственных оценок 1 га сельскохозяйственных угодий каждой зоны за период λ лет $\|z\|$:

$$\|z\| = \begin{pmatrix} z_{11} z_{12} \dots z_{1p} \\ z_{21} z_{22} \dots z_{2p} \\ \dots \dots \dots \dots \\ z_{\lambda 1} z_{\lambda 2} \dots z_{\lambda p} \end{pmatrix}.$$

Рентные оценки каждой зоны в τ -м году определяются как разность двойственных оценок данной зоны и зоны, имеющей наименьшую оценку (например $z_{\tau p}$):

$$R_{\tau r} = z_{\tau r} - z_{\tau p}.$$

Экономический и математический смысл двойственных оценок общеизвестен. Основное их отличие от частных производных производственных функций, описанных выше, состоит в том, что первые дают оценку ресурсов, в частности, земли, при условии оптимального их использования. Это позволяет фактически абстрагироваться от многих посторонних факторов, искажающих величину цены ресурса, таких как уровень организации производства, квалификация и интенсивность труда. Кроме того, возможности двойственных оценок гораздо значительнее в отношении широты охвата природно-экономических факторов, воздействующих на целевую функцию, а также в отношении учета их взаимодействия.

Поступила в редакцию
27 II 1968

О ПРИНЦИПАХ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Н. П. ЛАПШИН

(Москва)

Создание автоматизированных систем управления промышленными предприятиями (АСУП) на основе использования экономико-математических методов и средств вычислительной техники потребовало решения ряда проблем, связанных с формализацией процесса функционирования предприятия.

Основная из них — создание модели системы управления предприятием, учитывающей оптимальность его функционирования. Возможны два подхода к решению этой проблемы. Первый из них предполагает создание «глобальной» модели системы управления предприятием, которая в дальнейшем детализируется до отдельных задач на основе методов декомпозиции. Основное преимущество этого подхода — комплексный учет всех требований, предъявляемых к объекту управления, и целей его функционирования. Теоретически этот путь позволяет построить оптимальную систему управления в строгом смысле. Однако слабой стороной такого подхода является отсутствие в настоящее время перспективной практической реализации ввиду технической сложности, а также того, что еще нет детальной проработки всех теоретических сторон проблемы.

Поэтому в реальной действительности осуществляется второй подход, основанный на синтезе локальных рабочих моделей отдельных задач, соответствующих автоматизируемым функциям системы управления. Достоинством этого метода является его техническая реализуемость. Однако с теоретической точки зрения этот метод может привести к нежелательным последствиям в отношении оптимальности функционирования синтезированной таким образом системы управления.

Одним из центральных вопросов в решении противоречия между этими двумя подходами является формулирование критерия оптимальности функционирования системы управления и закономерностей его использования при решении различных задач.

Особенностью создания АСУП является частичная формализация процессов управления производством, так как автоматизируются не все функции системы управления, а только некоторые из них. Отсюда вытекает, что второй подход справедлив только для части системы управления. Так возникает практическая необходимость изучения закономерностей взаимодействия формализованной и неформализованной частей системы управления.

Решение поставленной проблемы можно найти в одновременном использовании обоих подходов к созданию модели системы управления предприятием, руководствуясь соображениями, основанными на «принципе дополнительности». Принимая за основу второй подход, основан-

ный на синтезе комплекса локальных моделей, очевидно, следует устанавливать ограничения и требования, вытекающие из анализа «глобальной» модели. При этом локальные модели должны быть описаны на строго формализованном языке, позволяющем осуществить в последующем их техническую реализацию, а «глобальная» модель — на менее строгом языке, дающем возможность выразить основные качественные характеристики этой модели.

Глобальная модель должна дополнять комплекс локальных моделей, а не подменять его. Цель создания такой модели — установить основные качественные закономерности процессов функционирования системы управления, в том числе, качественное описание критерия оптимальности. Данная модель должна также позволять анализировать закономерности взаимодействия автоматизированной и неавтоматизированной частей системы управления.

Одним из возможных путей решения проблемы создания «глобальной» модели системы управления является рассмотрение предприятия с позиций кибернетики как примера взаимодействия информационной человеко-машинной системы управления с системой производственного процесса.

Это взаимодействие определяет специфику функционирования системы управления, которая должна обеспечить: а) нормальное поддержание производственного процесса (т. е. регулирование использования и обновления основных и оборотных фондов, а также трудовых ресурсов); б) оптимальное развитие предприятия в условиях непрерывно изменяющейся ситуации во внешней по отношению к нему среде.

Рассматривая промышленное предприятие как условно автономную систему, можно утверждать, что оно обладает свойством «выживаемости», т. е. способностью к самостоятельному существованию и развитию в течение длительного периода времени.

Выживаемость системы является одной из основных ее качественных характеристик. Во временном аспекте выживаемость можно представить как производную функцию от таких характеристик, как стабильность и долговечность. В свою очередь, по характеру причин, вызывающих возмущения в поведении системы, стабильность можно рассматривать как производную функцию от устойчивости и надежности. Долговечность — это характеристика, которую в зависимости от причин старения можно рассматривать также в двух аспектах — старение физическое и моральное.

Наличие у предприятия свойства «выживаемости» является объективной предпосылкой для определения системы управления этим предприятием как самоорганизующейся. В соответствии с этим представляется возможность построить глобальную модель функционирования системы управления предприятием в рамках кибернетических понятий, взяв за основу некоторые известные положения теории самоорганизующихся систем.

О системе такого типа можно сказать, что, реализуя процесс самоорганизации, она должна: а) устойчиво поддерживать некоторое состояние или некоторые характеристики своего состояния при большом разнообразии внешних и внутренних источников возмущения, имеющих тенденцию нарушать это состояние; б) осуществлять местные, локальные изменения, обеспечивающие приспособление к изменяющимся условиям при сохранении целостности всей системы; в) одновременно поддерживать в определенных пределах значение многих регулируемых величин.

Самоорганизующиеся системы в принципе являются многоконтурными. В основе всякой такой системы лежит некоторая исходная управля-

ющая система, обменивающаяся информацией с объектом управления и работающая согласно некоторому алгоритму, который учитывает нормальный режим внешних воздействий и обеспечивает требуемую реакцию на эти воздействия, т. е. равновесное состояние системы.

Кроме того, в состав самоорганизующейся системы должна входить как минимум одна управляющая система второго порядка, которая контролирует и прогнозирует эффект, вызываемый работой первой системы. Если эффект становится или обещает стать неудовлетворительным, что может произойти, когда характер внешних воздействий становится отличным от «нормального», то вторая управляющая система начинает воздействовать на структуру алгоритма, по которому функционирует первая система. В принципе самоорганизующаяся система может иметь несколько (больше двух) уровней управления.

Самоорганизующуюся систему управления промышленным предприятием можно рассматривать как включающую в себя два уровня управления. При этом первый уровень целесообразно рассматривать состоящим из двух подуровней, имеющих различное функциональное назначение, взаимодействие между которыми носит характер обычного регулирования. Основной функцией первого подуровня управления является обеспечение производственного процесса всеми необходимыми составными элементами (или ресурсами). Чтобы состоялся производственный процесс, необходимы предметы труда, орудия труда и труд. Однако для того, чтобы этот процесс мог циклически повторяться, необходимо реализовывать готовую продукцию. Таким образом, можно утверждать, что для обеспечения нормального функционирования производственного процесса необходимо в системе управления выделить подсистему поддержания ресурсов. Основной задачей этой подсистемы является поддержание на определенном уровне основных и оборотных фондов и трудовых ресурсов, определяемых соответствующими нормативами.

К функциям подсистемы поддержания ресурсов можно отнести набор и увольнение работников для промышленного предприятия, поддержание запасов и реализацию готовой продукции, обеспечение производственного процесса энергией, ремонт и восстановление основных производственных фондов.

Однако наличие ресурсов недостаточно для того, чтобы обеспечить их оптимальное использование. Чтобы добиться четкой, ритмичной и рентабельной работы предприятия, необходимо иметь более высокий уровень управления, который можно представить в виде следующих двух подсистем — оперативно-производственного планирования и оперативного управления. О данном уровне можно сказать, что он играет основную роль при обеспечении стабильности промышленного предприятия.

Подсистема оперативного управления осуществляет следующие функции: прием информации о требуемом и фактическом состоянии объекта управления, выработку решения, выбор метода реализации решения и саму реализацию решения. Для выполнения этих функций применяются различные методы стимулирования (поощрения и наказания) за соответствие фактического состояния объекта управления требуемому.

Подсистема оперативного управления должна не только назначать те или иные меры наказания и поощрения, но и реализовывать их. В реальном производстве функции данной подсистемы возложены на административный аппарат, состоящий из таких административных лиц, как директор завода, начальник производства, начальник цеха, сменный мастер и др. Причем аппарат управления разделен на несколько уровней, каждый из которых занимается определенным кругом вопросов. Выбор наиболее оптимального варианта такого разделения — одна из важней-

щих задач проектирования системы управления промышленным предприятием.

Чтобы подсистема оперативного управления могла реализовывать свои функции, ей необходима информация о требуемом состоянии производственного процесса. Основным поставщиком такой информации является подсистема оперативно-производственного планирования. Данная подсистема выполняет функции установки текущего значения регулируемых параметров объекта управления для подсистемы оперативного управления.

В реальных подсистемах управления промышленным предприятием эти функции выполняет обычно производственно-диспетчерский отдел.

Функции подсистемы оперативно-производственного планирования включают в себя объемное, календарное и оперативное планирование, а также корректировку плановых заданий, составляемых для производственного участка перед началом каждой смены.

Основной информацией, на базе которой разрабатываются все оперативные планы управления производственным процессом, является годовая производственная программа, поступающая на вход подсистемы оперативно-производственного планирования. Кроме этой информации, важную роль играют также нормативные данные, составляемые в ходе конструкторско-технологической подготовки производства.

Высший уровень управления в самоорганизующейся системе управления промышленным предприятием можно представить состоящим из двух подсистем — прогнозирования и модифицирования. Этому уровню управления принадлежит решающая роль в обеспечении долговечности всей системы в целом.

Подсистема прогнозирования поведения системы (или экстраполяции) выполняет функции анализа и оценки эффективности всей хозяйственной деятельности предприятия, а также предсказывает будущие состояния системы в различных ситуациях в зависимости от тех требований, которые выдвигает внешняя среда.

Результатами работы данной подсистемы являются рекомендации по выработке установленных значений регулируемых параметров для других уровней управления, а также по перестройке и модификации всей системы в целом.

В системе управления промышленным предприятием к функциям подсистемы прогнозирования следует отнести все задачи технико-экономического планирования, так как они включают в себя перспективное и текущее планирование на уровне составления техпромфинплана предприятия. Данная подсистема должна также производить изучение потребностей рынка сбыта, чтобы гибче реагировать на требования внешней среды.

Основным результатом работы подсистемы прогнозирования являются годовые планы. Та часть этих планов, которая относится к производственной программе выпуска продукции, используется в качестве входной информации подсистемой оперативно-производственного планирования. Одновременно с планами работы на ближайший год данная подсистема вырабатывает перспективные планы развития предприятия на более длительные периоды.

Реализацию той части планов, которая относится к перестройке и реорганизации, улучшению и совершенствованию структуры предприятия, осуществляет подсистема модифицирования. Функциям этой подсистемы в реальном промышленном предприятии соответствуют работы по конструкторской и технологической подготовке производства, по автоматизации и механизации технологических процессов, по капитальному

строительству, по переподготовке кадров и по совершенствованию организации производства и системы управления. Особенностью деятельности подсистемы модифицирования является ее направленность на будущие состояния системы. Ее, как правило, интересуют вопросы не о том, как идет ход производственного процесса в настоящее время, а как он должен осуществляться в будущем.

Деятельность подсистемы модифицирования определяет уровень технического развития и совершенства предприятия. От того, насколько четко она функционирует, зависят почти все показатели эффективности хозяйствования промышленного предприятия.

Чтобы система управления промышленным предприятием могла осуществлять слежение за фактическим состоянием всех его звеньев, в системе должен присутствовать комплекс элементов, выполняющих функции обратной связи. Этот комплекс целесообразно выделить в отдельную подсистему.

Наряду с функциями непосредственной обратной связи по текущему состоянию объекта управления, данная подсистема может осуществлять предварительную обработку и обобщение данных о ходе производственного процесса и выдавать в другие подсистемы, а также во внешнюю среду обработанные данные контроля и учета.

Предварительная обработка данных учета может заключаться в определении рассогласований между плановыми и фактическими показателями, в определении накопительных данных отчетности, а также в определении статистических закономерностей в хозяйственной деятельности предприятия.

В реальном промышленном предприятии функции подсистемы обратной связи выполняет главным образом аппарат бухгалтерии, который осуществляет учет ресурсов или сторон хозяйственной жизни, составляет бухгалтерский баланс.

В настоящее время учет в промышленном предприятии разделяется на оперативный, статистический и бухгалтерский. Такое разделение является в некотором роде искусственным и тормозит внедрение средств автоматизации управленческого труда. Для успешного их применения необходимо создание единого учета, так как эти три формы тесно связаны друг с другом и нередко пользуются одними и теми же исходными данными.

Мы рассмотрели шесть основных функциональных подсистем, которые в комплексе позволяют составить функциональную модель системы управления промышленным предприятием. Причем две подсистемы — поддержания ресурсов и модифицирования, принципиально могут быть расчленены на микроподсистемы оперативного планирования, управления и контроля, т. е. эти подсистемы можно рассматривать как своеобразные контуры микроуправления. При этом в подсистеме модифицирования можно выделить микроподсистему поддержания ресурсов (например, функции снабжения материалами капитального строительства).

Функциональную модель АСУП наиболее удобно изображать в матричном виде. Чтобы модель была замкнутой, в нее необходимо включить блоки объекта управления и внешней среды. Матричную модель связей между функциональными подсистемами можно представить, принимая во внимание лишь наиболее характерные и главенствующие связи в виде таблицы. В данной матрице отмечен лишь факт наличия связи, но не дается никаких характеристик этой связи, так как на таком уровне их рассмотрения это нерационально. Вертикальные столбцы этой матрицы показывают, кто поставляет информацию каждой функциональной под-

системе, а горизонтальные строки — кому поставляется информация, являющаяся результатом деятельности подсистемы.

Анализируя свойства описанной модели, можно сделать ряд практических выводов.

Как видно из изложенного о свойствах и структуре самоорганизующейся системы управления промышленным предприятием, для реализации процесса ее функционирования необходимо иметь обобщенный критерий состояния системы, который бы позволил производить оценку опти-

№№ п/п	Функциональные блоки	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	Поддержание ресурсов	×					⊕	⊕	⊕
II	Оперативное управление	⊕	×					⊕	
III	Оперативно-производственное (тактическое) планирование		⊕	×			⊕		
IV	Прогнозирование (экстраполирование или стратегическое планирование)	⊕		⊕	×	⊕	⊕		⊕
V	Модифицирование	⊕	⊕	⊕		×	⊕	⊕	⊕
VI	Обратная связь	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	×	⊕	⊕
VII	Объект управления						⊕	×	⊕
VIII	Внешняя среда	⊕			⊕	⊕		⊕	×

мальности ее поведения как в настоящее время, так и в предвидимое будущее для того, чтобы принимать решения о необходимости проведения тех или иных мероприятий по модификации системы.

Одним из основных положений кибернетики является утверждение, что единство процессов управления характеризуется единой количественной мерой — уменьшением энтропии.

Термин «энтропия», заимствованный из статистической физики, в данном случае используется как мера дезорганизации системы, мера существующего в ней беспорядка. Если система предоставлена сама себе и не управляется, то энтропия ее растет, т. е. растет неупорядоченность. На промышленном предприятии это может выражаться такими явлениями, как несогласованность потоков материала и энергии, простой агрегатов, несовершенное поступление информации и т. п. Противостоять нарастанию беспорядка могут только процессы управления. В этом смысле процессы управления можно рассматривать как борьбу с неупорядоченностью.

Принимая, что с позиций кибернетики обобщенным критерием состояния и поведения промышленного предприятия должна служить такая величина, как энтропия, можно утверждать, что роль процесса самоорганизации заключается во всестороннем привлечении различных методов и средств управления для минимизации энтропии системы.

Однако в силу того, что система управления предприятием является человеко-машинной, то термин «энтропия» при глобальном рассмотрении ее функционирования следует понимать лишь как некоторую удобную для рассуждений теоретическую меру организации системы, но не как математическую величину, поддающуюся точному определению. Данное утверждение вызвано тем, что до сих пор не опубликовано ни одной математической теории, позволяющей дать точную меру количества информации о состоянии какой-либо системы с учетом практической полезности этой информации для того, кто ее воспринимает.

Так как мы не можем точно определить и измерить энтропию как меру организованности системы и в настоящее время трудно что-либо сказать о возможности такого измерения в будущем, то необходимо найти какую-то другую характеристику, которая выполняла бы роль заменителя энтропии и была бы доступна для точного измерения.

Проблема выбора заменителя обобщенного критерия всегда связана с тем, что любой показатель обязательно будет обладать неполнотой учета всех факторов, влияющих на выживаемость системы. Используемый в настоящее время показатель прибыли также не свободен от этого недостатка.

Из положения о невозможности строгой формализации обобщенного критерия оптимальности функционирования системы управления следует вывод, что любая строго формализованная ее модель обладает меньшим разнообразием, чем объект управления. А это, в свою очередь, означает, что система управления, построенная на основе такой модели, не сможет выполнять возложенные на нее функции, если в ее контур не будет включен человек, как стохастическое дополнение к последовательности формализованных плановых расчетов.

Непонимание этого обстоятельства на практике нередко приводит к фетишизации вычислительной техники и экономико-математических методов. Наиболее ярко это проявляется в попытке автоматизировать при создании АСУП всю последовательность плановых расчетов, включая выдачу рабочему сменно-суточного задания. Однако реальная жизнь опровергает такие проекты.

Таким образом, необходимым условием создания АСУП является обязательное включение в любой контур организационно-экономического управления человека как звена, обеспечивающего выживаемость всей системы в целом в силу своей способности реализовывать процесс самоорганизации.

Творческое понимание этого обстоятельства позволяет проектировщикам АСУП избежать досадных ошибок и разочарований и построить последовательность плановых расчетов наиболее эффективным образом. Примером может служить разработанная на Южном машиностроительном заводе система оперативного управления ходом производственного процесса. Особенностью этой системы является одновременная выдача сменному мастеру двух вариантов сменно-суточного задания, играющих роль рекомендаций, но не имеющих силы приказа. Один вариант рассчитывается на основе нормативных данных и соответствует номинальным производственным возможностям. Второй вариант рассчитывается с учетом фактической потребности производства деталей, выпуск которых планируется, и может отличаться от предыдущего варианта. Окончательное принятие решения производит сменный мастер, исходя из выданных ему рекомендаций и установленных ограничений в виде нормативов запасов и на основании анализа фактически сложившейся ситуации. Такой подход не только не сковывает инициативы мастера, но, наоборот, помогает ему проявить себя в контуре управления в качестве элемента, обеспечивающего реализацию отдельных сторон процесса самоорганизации на уровне оперативного управления ходом производственного процесса. Важной особенностью данного подхода является также отказ от признания неизменными нормативов, отражающих структуру технологического процесса производства изделия. Реализуя процесс самоорганизации, сменный мастер фактически варьирует этими нормативами в пределах некоторого диапазона возможного их изменения. Это означает, что в реальной действительности процесс оптимизации функционирования предприятия связан с варьированием технологическими способами производства изделий.

Вторым важным выводом, который следует из рассмотрения описанной выше качественной модели, является признание необходимости иметь в комплексе локальных моделей АСУП упрощенную «глобальную» модель предприятия для реализации функций анализа его хозяйственной деятельности. Причем эта модель должна быть однотипной с другими локальными моделями и иметь формализованное описание, позволяющее осуществить ее техническую реализацию. В настоящее время данный вопрос пока еще не имеет окончательного решения, т. е. функция анализа деятельности предприятия не автоматизируется. Однако поиск решения данной проблемы ведется.

Рассмотрим один из возможных подходов к решению проблемы создания такой модели, которая, как вытекает из ранее изложенного, должна отражать самоорганизующиеся свойства предприятия.

Будем считать элементом системы некоторую ее часть, производящую в данной системе законченную по определенным признакам операцию над каким-либо количеством информации. При этом элементами системы могут быть отдельные люди, коллективы людей, технические устройства (например, канал связи), совокупность технических устройств (например, комплект счетно-перфорационных машин), документы и др.

Принципиально можно допустить, что все элементы системы управления являются, с теоретической точки зрения, частными случаями одного обобщенного элемента, характеризующегося наличием входа, выхода и аппарата преобразования информации.

Причем физическими размерами обобщенного элемента при его теоретическом описании мы пренебрегаем, так же как пренебрегаем физическими размерами всей системы управления, считая, что влияние этих размеров на процессы передачи, обработки и использования информации может быть учтено при определении времени протекания этих процессов.

Входом обобщенного элемента будем называть ту его часть, которая воспринимает информацию от других элементов. Выходом обобщенного элемента будем называть ту его часть, которая передает информацию другим элементам. Полагаем, что каждый элемент имеет по несколько входов и выходов. Каждый вход и выход имеет характеристику, определяющую степень разнообразия воспринимаемой и передаваемой информации. Причем это разнообразие может быть оценено как в статике, т. е. указано принципиальное разнообразие пропускаемой информации, так и в динамике, т. е. указана пропускная способность каждого входа и выхода в единицу времени. Состояние всех входов элемента, выбранное из числа возможных, характеризует информацию на входе в элемент. Аналогично состояние всех выходов элемента характеризует информацию на выходе из элемента.

Информацию на выходе элемента можно рассматривать как функцию информации на входе и времени (t). Совокупность операций реализующих данную функцию, назовем аппаратом преобразования информации (F). Аппарат преобразования может включать в себя как алгоритмизируемые, так и эвристические операции. Считаем, что аппарат преобразования обладает определенным разнообразием и может изменяться в зависимости от информации, поступающей на входы элемента. При дальнейшем рассмотрении примем, что все входы элемента делятся на две группы.

Первая группа i -го элемента содержит M_i входов, по которым поступает информация, влияющая на аппарат преобразования, а вторая группа содержит P_i входов, по которым поступает информация, влияющая на аппарат преобразования. Соответственно разделим все выходы i -го

элемента на две группы. Первая группа будет содержать K_i выходов, по которым проходит информация, не влияющая на аппараты преобразования других элементов, а вторая группа — L_i выходов, по которым проходит информация, влияющая на аппараты преобразования других элементов. Тогда обобщенный элемент можно представить в виде схемы, воспроизведенной на рисунке. При этом совокупное состояние L_i и K_i выходов элемента есть некоторая зависимость F_i от совокупного состояния входов M_i и P_i , а также времени t .

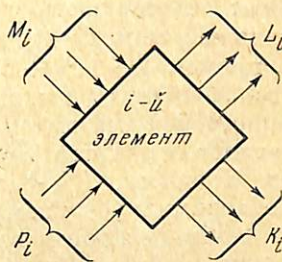
Для приближения к реальной ситуации необходимо положить, что аппарат преобразования не является однозначным, т. е. одной и той же совокупности M_i и P_i могут соответствовать различные варианты F_i , характеризующиеся некоторым вероятностным законом. Поэтому система в целом отличается некоторой неопределенностью своего поведения. Неопределенность системы выражается в том, что, зная ее состояние в один какой-то определенный момент времени, мы можем предсказать ее состояние в ближайшее время лишь с некоторой степенью вероятности, но никогда не сможем сделать это абсолютно точно.

Очевидно, что, накладывая на обобщенный элемент различные ограничения, мы можем получить модели реальных элементов.

Так, отказавшись от стохастической природы аппарата преобразования, мы можем описать детерминированные элементы, каковыми являются вычислительные машины (если только они специально не имитируют случайные процессы). Положив, что элемент имеет $L_i = 0$, можно описать элементы, являющиеся только средством передачи и преобразования информации. Считая, что аппарат преобразования элемента не изменяет содержания входной информации, описываются каналы связи как своеобразные линии задержки, где выходные сигналы получаются с некоторым сдвигом во времени по отношению к их поступлению на вход и с некоторым искажением в силу стохастической природы элемента.

Таким образом, можно принять описанный обобщенный элемент за универсальную модель любого реального элемента.

Полагаем, что система состоит из совокупности N обобщенных элементов. Соединение выхода одного элемента с входом другого элемента назовем элементарной связью. Понятию «элементарная связь» в нашем определении присвоим только одно свойство — она может быть замкнутой или разомкнутой. Замыкание и размыкание элементарных связей обобщенными элементами на основании сигналов, поступающих по P_i входам, можно рассматривать как один из возможных результатов функционирования аппарата преобразования информации. Таким образом мы полагаем, что в каждый момент времени часть элементарных связей находится в замкнутом состоянии, а часть — в разомкнутом. При этом очевидно, что не все связи имеют одинаковую ценность для реализации процесса функционирования системы. В принципе можно определить общее располагаемое число элементарных связей (учитывая, что выходы K_i соединяются со входами M_i , а выходы L_i соединяются со входами P_i) — S_p .



$$S_p = \sum_{i=1}^N [K_i(M_1 + \dots + M_{i-1} + M_{i+1} + \dots + M_N) + L_i(P_1 + \dots + P_{i-1} + P_{i+1} + \dots + P_N)]. \quad (1)$$

Вся совокупность S_p связей может быть представлена как сумма связей условно постоянно замкнутых $S_{п.}$, постоянно разомкнутых S_p (т. е. фиктивных) и переменнo замкнутых $S_{пз.}$:

$$S_p = S_{п.} + S_p + S_{пз.} \quad (2)$$

За условно постоянно замкнутые приняты такие связи, которые в нормальном стационарном режиме функционирования всегда должны быть замкнуты. Это не исключает возможности их размыкания в особых переходных режимах функционирования. Так как фиктивные связи нужны лишь для придания общности математическому описанию связей вообще, то в дальнейшем принимать их во внимание не будем. Рассматривая совокупность связей $(S_{п.} + S_{пз.})$, можно отметить, что в каждый реальный момент времени имеется некоторая часть замкнутых связей S_3 , причем $S_3 < S_{п.} + S_{пз.}$. Величина S_3 является стохастической и, кроме того, зависит от режима функционирования. Положим, что для стационарного режима математическое ожидание числа замкнутых связей составляет $S_{3с.}$. Тогда можно определить коэффициент избыточности связей как отношение $(S_{п.} + S_{пз.})/S_{3с.}$. Наличие избыточности связей является необходимым условием осуществления процесса самоорганизации.

Чтобы построить замкнутую модель процесса самоорганизации, необходимо описать свойства внешней среды. Внешнюю среду можно рассматривать как особый обобщенный элемент, обладающий, кроме всех перечисленных ранее свойств, еще и способностью выделять из себя и поглощать в себя другие обобщенные элементы в зависимости от состояния ее входов P_i . Таким образом, внешняя среда может рассматриваться как неограниченный источник поступления в систему управления новых элементов, когда это потребуются для ее развития, а также как «резервуар» для поглощения «отходов». При этом мы подразумеваем, что если все связи какого-либо элемента оказались разомкнутыми, то это равносильно отмиранию рассматриваемого элемента, так как он фактически исключается из системы управления и переходит во внешнюю среду. В то же время мы полагаем, что во внешней среде имеется неограниченное количество «потенциальных элементов», с которыми могут быть установлены связи и которые тем самым могут быть вовлечены в структуру системы управления.

Рассматривая систему управления промышленным предприятием как совокупность обобщенных элементов, объединенных друг с другом связями и поддерживающих контакт с внешней средой, можно представить процесс самоорганизации следующим образом.

Если на систему воздействует какое-либо внешнее возмущение (т. е. с выходов L_i и K_i внешней среды) или в системе произошел какой-либо внутренний отказ, то она, будучи выведена из равновесного состояния, начинает добиваться его восстановления за счет следующих действий: а) производится переключение связей, вводится в число замкнутых часть резервных связей; б) изменяются аппараты преобразования информации у тех элементов, структура которых допускает такие изменения; в) вводятся в действие «резервные» (или «потенциальные») элементы путем выделения их из внешней среды.

Процесс продолжается до тех пор, пока система не займет определенного устойчивого состояния. В силу того, что сама система и внешняя среда имеют стохастическую природу, процесс самоорганизации совершается непрерывно, т. е. можно сказать, что система находится в состоянии непрерывного переходного процесса. Однако для каждого конкретного момента времени можно говорить о теоретическом стационарном режиме, к которому стремится система, понимая под этим режимом математическое ожидание состояний всех связей системы, к которому си-

стема стремится при условии, что, начиная с данного момента времени, не происходит никаких внешних или внутренних возмущений.

Если теоретический стационарный режим на каком-то отрезке времени остается неизменным, то можно сказать, что система на этом отрезке времени находится в состоянии динамического равновесия, т. е. в равновесном состоянии. Примером такого состояния может быть нормальный процесс функционирования предприятия, имеющего постоянную конструкцию выпускаемого изделия и стабилизировавшийся технологический процесс.

Если же теоретический стационарный режим в зависимости от времени изменяется в соответствии с какой-либо закономерностью, то такую систему можно сказать, что она находится в состоянии динамического развития. Примерами таких состояний могут служить периоды реконструкции предприятия или перехода его на изготовление нового изделия. Переходные процессы, происходящие в состоянии динамического развития системы, можно рассматривать как сочетание переходных процессов двух типов, вызванных стохастической природой системы и условий ее функционирования, а также изменением теоретического стационарного режима.

Предложенная модель не является единственным возможным решением поставленной проблемы. Она также не проработана детально до такой степени, чтобы можно было осуществить ее техническую реализацию. Однако принципиальное значение данной модели заключается в том, что она доказывает возможность сведения проблемы моделирования сложной самоорганизующейся системы к проблеме моделирования и технической реализации универсального элемента этой системы.

Третий важный практический вывод, который вытекает из анализа качественной модели системы управления предприятием, — это необходимость отказа от детерминированной структуры проектной документации при создании АСУП и необходимость отражения в составе и последовательности работ по созданию АСУП свойств системы как самоорганизующейся.

В соответствии с этим выводом в одобренном постановлением Госкомитета Совета Министров СССР по науке и технике от 28 октября 1967 г. № 345 «Временных межотраслевых руководящих методических материалах» установлено, что при создании АСУП должен использоваться принцип развития системы от локального комплекса (плана-минимума по автоматизации управленческого труда) к полному комплексу (плана-максимуму по автоматизации управленческого труда). При этом документация рабочего проектирования выпускается поэтапно одновременно с внедрением отдельных задач АСУП.

Одной из основных особенностей такого подхода является рассмотрение АСУП как системы, непрерывно совершенствующейся и повышающей свой уровень автоматизации. Однако имеется некоторый предел целесообразности автоматизации управленческого труда. Практически он выражается в том, что при составлении задания на разработку АСУП определяется группа функций, автоматизация которых на текущий момент времени не является целесообразной. По мере наращивания уровня автоматизации взгляд на некоторые из этих задач может изменяться. Однако полная автоматизация всех функций управления теоретически представляется нецелесообразной при любых условиях в силу того обстоятельства, что система при этом должна потерять свойства самоорганизации, а следовательно, и свойство выживаемости. Это вызвано тем, что всякое управление и упорядочение связано с регламентацией и ограничениями, накладываемыми на возможные состояния данной системы.

Полная регламентация всех связей означает потерю ею свойств самоорганизации, ибо необходимым условием их сохранения является наличие некоторой неупорядоченности в системе управления.

Данное утверждение может быть подтверждено большим числом реальных примеров, когда чрезмерная регламентация правилами и положениями различных производственных ситуаций приводит к неизбежности их постоянного нарушения*. При создании АСУП, когда эти инструкции и правила могут быть заложены в алгоритм принятия решений электронной вычислительной машиной, данная проблема приобретает особо важное значение.

Поступила в редакцию
21 VI 1966

* В зарубежной практике известны случаи использования всех действующих инструкций и правил как одной из форм забастовочной борьбы, ибо пунктуальное их выполнение приводит к фактическому развалу системы управления.

ЯЗЫК ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ОЦЕНКА ИНФОРМАЦИИ

В. М. ЖЕРЕБИН

(Москва)

Как известно, установка вычислительной машины сама по себе не решает коренных проблем совершенствования управления экономическим объектом даже при наличии укомплектованного штата программистов и инженеров-эксплуатационников и при условии правильного выбора машины в соответствии с объемом и характером перерабатываемой информации. Ни для кого не секрет также, что, несмотря на большие успехи в области внедрения в экономическую практику математических методов и моделей, эффективность использования вычислительной техники в экономическом управлении все еще остается недостаточно высокой. Это объясняется рядом причин, которые обычно связывают с недостатками моделирования конкретных экономических процессов, в частности, с неумением направленно и с должной тщательностью проанализировать и формализовать эти процессы, неадекватностью и разобщенностью применяемых экономико-математических моделей. Такие соображения достаточно обоснованы, тем не менее необходимо указать на существование других причин, на наш взгляд, не менее существенных, которым незаслуженно уделяется значительно меньшее внимание. К числу последних можно отнести почти полную неизученность языков, в которых выражается информация в конкретных экономических системах, отсутствие теоретически обоснованных принципов построения классификаторов экономической информации и, как следствие этого, трудность разработки способов автоматизированной переработки информации, основанных на ее смысловой оценке.

У Ст. Бира имеется следующее высказывание: «Управление системой есть способность обращаться с ней, понимать ее внутренний язык и уметь пользоваться им будучи компетентным собеседником» [1]. В технических задачах автоматического регулирования, где знаками являются просто значения регулируемых величин и используемых критериев оптимальности, и основной проблемой является анализ взаимодействий этих величин, семиотический аспект относительно малосуществен. Со всем другое дело — социальные и экономические системы. Здесь при подходах к проблемам автоматизации возникают трудности чисто семиотического порядка: упрощение и формализация существующих языков, достижение «понимания» информации машиной, учет моделирующей способности знаков (т. е. способности знаков, вызывая определенные ассоциации, стимулы, реакции, воздействовать на поведение людей), конструирование искусственных машинных языков, ориентированных на обслуживание различных подсистем автоматизированных систем экономического управления (АСУ). В этом плане вопросы языкового анализа приобретают серьезное значение, становясь одним из важных направлений разработок в области подготовки информационного обеспечения вычислительной техники, используемой в экономическом управлении.