

практика / А. С. Больщаков, В. И. Михайлов. — СПб.: Изд. "Питер", 2002. — 416 с. 6. Дубровский С. А. Прикладной многомерный статистический анализ. — М.: Финансы и статистика, 1982. — 216 с. 7. Минухин С. В. Методологический анализ процессов принятия управленческих решений на предприятиях / С. В. Минухин, А. Н. Беседовский //Управління розвитком. — 2003. — №1'2003. — С. 36 – 47. 8. Русинов Ф. М. Менеджмент и самоменеджмент в системе рыночных отношений: Учеб. пособие / Ф. М. Русинов, Л. Ф. Никулин, Л. В. Фаткин. — М.: ИНФРА-М, 1996. — 352 с.

Стаття надійшла до редакції
15.03.2004 р.

УДК 631.1

Милов А. В.

МОДЕЛЬ ГРУППЫ ЛИЦ, ПРИНИМАЮЩИХ РЕШЕНИЯ

An analytical model of a team of well-trained decision-makers executing a well-defined decision-making task is presented. Each team member is described by a two-stage model consisting of a situation assessment stage and a response selection one. An information theory, in which bounded rationality is modelled as a constraint on the total rate of internal processing by each decision-maker is used. The results are applied to the analysis of two three-person organizational structures.

В статье [1] была представлена информационная модель процесса принятия решения индивидуальным лицом, принимающим решение (ЛПР). В настоящей статье рассматриваются вопросы анализа и оценки группы лиц, принимающих решения. Рассмотренный подход применен для исследования двух организаций различной структуры с тремя ЛПР.

При проектировании организационной структуры следует исходить из предпосылки, заключающейся в том, что некоторая задача управления или их набор не могут быть решены отдельным ЛПР из-за большого объема требующей обработки информации и жестких временных ограничений, характерных для систем реального времени.

Решение задачи проектирования организационной структуры со многими ЛПР предполагает выяснение двух моментов:

- 1) кто и какую информацию получает в организации;
- 2) кому и какие решения надлежит принимать и выполнять.

Эффективность решения этих двух проблем определяется ограниченной скоростью обработки информации отдельными ЛПР, а также требуемым для органи-

зации темпом решения задач. Последний фактор отражает скорость, с которой задачи возникают в данной организации, и временной интервал, выделяемый на их решение.

Задача организации состоит в приеме входной информации, поступающей из одного или нескольких источников, представляющих окружающую среду данной организации, и выработке выходных решений. Поступающая информация может разделяться и направляться для обработки отдельным членам организации. Общий случай можно промоделировать отдельным исходным вектором и набором матриц-разделителей, которые распределяют компоненты этого вектора внутри данной организации соответствующим ЛПР [2].

Моделирование выполняемой в рамках организации обработки информации базируется на основных положениях теории информации. Особенностью предлагаемого подхода является моделирование внутренней обработки входных данных для выработки решений. Эта обработка включает не только передачу или переработку, но также внутреннюю координацию, блокировку и внутреннюю генерацию информации. Следовательно, ограниченность ЛПР как обработчиков информации и объектов, принимающих решения, моделируется как ограничение на их общую производительность. Это ограничение представляет собой интерпретацию гипотезы об ограниченной разумности лиц, принимающих решения [3].

Круг вопросов, рассматриваемых в настоящей статье, можно ограничить отдельным классом организаций. Предполагается, что каждый член группы выполняет определенную задачу (причем сюда может включаться обработка входных данных, принимаемых как из внешней среды, так и от других ЛПР группы), для решения которой он обладает надлежащей подготовкой и которую он решает по мере поступления соответствующих входных данных.

В общем случае n -й член организации может быть представлен двухстадийной моделью, как показано на рис. 1. Он может принимать данные из окружающей среды, обрабатывая эти сигналы на стадии оценки ситуации (OC^n) для определения или выбора конкретного значения переменной z^n , которая обозначает данную ситуацию. Он может передать свою оценку данной ситуации другим членам группы и, в свою очередь, принять их оценки. Эта вспомогательная информация может использоваться для модификации его оценки, то есть может привести к изменению ранее полученной величины z^n . Возможные альтернативные решения оцениваются на стадии выбора ответа (BO^n). Результатом этого процесса является выбор локального решения u^n , которое может либо передаваться другим членам группы, либо составлять часть или полный ответ организации в целом.

10

На процесі вибору рішення може впливати командний вход со сторони інших осіб, які приймають рішення.

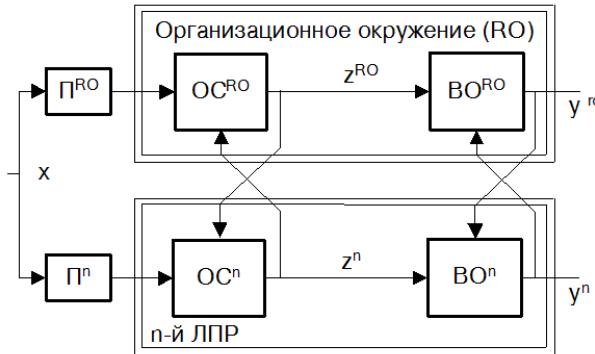


Рис. 1. Взаємодействія отдельного ЛПР с організаційним окружением

Условные обозначения:

- ОС — оценка ситуации;
- ВО — выбор ответа.

Преобразование, осуществляющееся между входом данной организации и выходом, в целом определяется индивидуальными внутренними решениями, принимаемыми каждым членом группы. Относительные частоты, с которыми эти выборы осуществляются ЛПР, то есть их внутренние стратегии решений, используются для формирования стратегии решения данной организации. Поскольку ЛПР взаимодействуют между собой, то общая производительность каждого из лиц, принимающих решения, а также производительность данной организации зависят от стратегии решений данной организации. Каждой такой стратегии соответствует точка в пространстве координат "производительность – загрузка". Расположение всех таких точек характеризует структуру организации в целом. Как только конфигурация точек определена, становится возможным анализировать влияние "ограничений на рациональность", присущих всем отдельным членам организации, на способность данной организации выполнять свои задачи в условиях, когда представляет интерес либо оптимизация производительности, либо "удовлетворение требований" к производительности.

Следует уточнить представленную ранее модель [1] для случая, когда ЛПР принимает решение в некотором организационном окружении.

Полная реализация модели для n-го ЛПР, в том случае, когда этот ЛПР работает в группе из N лиц, представлена на рис. 2. При этом n-е ЛПР взаимодействует с другими членами организации, а также с внешней средой.

Пусть данная организация принимает из внешней среды вектор исходных данных x . ЛПР принимает

вектор x^n , который представляет собой измерение (в условиях помех) доли x^n в x . Вектор x^n принимает значения из известного конечного алфавита в соответствии с распределением вероятностей $p(x^n)$. Можно воспользоваться двумя величинами из теории информации, описывающими входное воздействие на конкретное ЛПР и его последующую обработку этим ЛПР, а именно энтропией [4], определяемой для переменной x как:

$$H(x) = -\sum_x p(x) \times \log_2 p(x) \quad (1)$$

и измеряемой в бит/символ, и энтропией переменной z (на основе знания другой переменной x):

$$H_x(z) = -\sum_x p(x) \sum_z p(z|x) \times \log_2 p(z|x). \quad (2)$$

Третья величина — взаимная информация — может быть получена на основе двух вышеупомянутых величин:

$$T(x : z) = H(z) - H_x(z). \quad (3)$$

Распространение уравнений (1) – (3) на многомерный случай составляют основу для моделирования.

Величину $H(x^n)$ можно также интерпретировать как неопределенность, с учетом величины которой будет принимать значения случайная переменная x^n . Если входные символы генерируются в среднем каждые τ секунд, то τ (среднее время между поступлением символов) описывает темп операций [5].

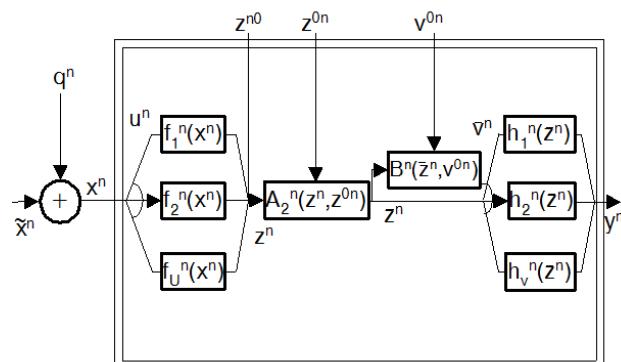


Рис. 2. Модель n-го ЛПР организации

Первая часть стадии оценки ситуации (ОС) состоит из конечного числа u^n процедур или алгоритмов f_i^n , среди которых n-е ЛПР может осуществить выбор с целью обработки измерения x^n и получения

оценки ситуации z^n . Внутреннее принятие решения на этой стадии представляет собой выбор алгоритма f_i^n для обработки x^n . Следовательно, каждый алгоритм считается активным или неактивным в зависимости от внутреннего решения u^n . В настоящей работе предполагается, что алгоритмы f_i^n носят детерминированный характер. Это предположение подразумевает, что, когда известен входной сигнал и осуществлен выбор соответствующего алгоритма, все другие переменные, используемые в первой части стадии ОС, известны. Более того, поскольку в процессе решения последовательности задач предполагается, что обучение отсутствует, последовательные значения, принимаемые переменными модели, некоррелированы, то есть данная модель не обладает памятью.

Переменная-вектор z^{0n} обозначает дополнительную ОС, принимаемую от других членов данной организации, в общем случае:

$$z^{0n} = [z^{1n}, \dots, z^{(n-1)n}, z^{(n+1)n}, \dots, z^{Nn}], \quad (4)$$

где z^{in} представляет дополнительный вход от ЛПРⁱ к ЛПРⁿ и сам по себе может быть переменной-вектором. Конкретное определение z^{0n} , включающее существование данного элемента z^{in} , зависит от структуры конкретной организации. Переменная z^{0n} сочетается с элементами z^n , что дает в результате \bar{z}^n . Переменные z^n и \bar{z}^n имеют одинаковую размерность и принимают значения из одного и того же алфавита. Объединение всех ОС выполняется детерминированным алгоритмом A^n , который образует вторую часть стадии ОС. Дополнительные ситуационные входы z^{in} от ЛПРⁿ к ЛПРⁱ представляют собой выходы первой части стадии ОС, а вместе они образуют вектор z^{00} .

Командные входы к ЛПР представляются при помощи v^{0n} , которая определяется аналогично z^{0n} . Если вектор командного входа от других членов организации v^{0n} отсутствует, то стратегия выбора ответа $p(v^n | \bar{z}^n)$ указывает выбор одного из алгоритмов h_j^n , который отображает \bar{z}^n в выход u^n . Существование командного входа v^{0n} модифицирует выбор v^n лица, принимающего решения. Окончательный выбор \bar{v}^n получается из функции $B^n(v^n, v^{0n})$. Последняя определяет протокол, в соответствии с которым используется данная команда, то есть значения \bar{v}^n , определяемые $B^n(v^n, v^{0n})$, отражают степень ограничения возможности выбора, на которую влияет

данная команда. Суммарный процесс отображения оцениваемой ситуации \bar{z}^n и командного входа v^{0n} в окончательный выбор \bar{v}^n описывается алгоритмом B^n (см. рис. 2). Результатом этого процесса является стратегия выбора ответа $p(\bar{v}^n | \bar{z}^n, v^{0n})$ вместо $p(v^n | \bar{z}^n)$.

Четыре суммарные величины, как и прежде, характеризуют действия по обработке информации, сосредоточенные у ЛПРⁿ.

Пропускная способность:

$$G_t^n = T(x^n, z^{0n}, v^{0n} : z^{n0}, y^n). \quad (5)$$

Блокировка:

$$G_b^n = H(x^n, z^{0n}, v^{0n}) - G_t^n. \quad (6)$$

Внутренне генерируемая информация:

$$G_n^n = H(u^n) - H_{\bar{z}^n}(v^n). \quad (7)$$

Координация:

$$\begin{aligned} G_c^n = & \sum_{i=1}^{U^n} p_i^n g_c^n(p(x^n)) + \alpha_i^n H(p_i^n) + H(z^n, z^{n0}) + \\ & + g_c^{A^n}(p(z^n, z^{0n})) + g_c^{B^n}(\bar{z}^n, v^{0n}) + \\ & + \sum_{j=1}^{V^n} p_j^n g_c^{nU+j}(p(\bar{z}^n | \bar{v}^n = j)) + \alpha_j^{nU+j} H(p_j^n) + H(y^n) + \\ & + H(z^n) + H(\bar{z}^n) + T_{z^n}(\tilde{x} : z^{0n}) + \\ & + T_{\bar{z}^n}(\tilde{x}^n, z^{0n} : v^{0n}). \end{aligned} \quad (8)$$

Выражение для G_n^n (внутренне генерируемой информации) показывает, что эта величина зависит от двух внутренних стратегий — $p(u^n)$ и $p(v^n | \bar{z}^n)$, хотя может существовать управляющий вход. Это подразумевает, что управляющий вход v^{0n} модифицирует внутреннее решение данного ЛПР, после того как определено значение $p(v^n | \bar{z}^n)$.

В выражениях, определяющих координацию системы, p_i^n представляет собой вероятность того, что алгоритм f_i^n выбран для обработки входного вектора x^n , а p_j^n представляет собой вероятность того, что выбран алгоритм h_j^n , то есть $u^n = i$, а $\bar{v}^n = j$. Величины g_c представляют собой внутренние

12

координации соответствующих алгоритмов и зависят от распределения соответствующих им входов; величины α_i^n и $\alpha_j^{U^n+i}$ представляют собой число внутренних переменных алгоритмов f_j^n и h_j^n соответственно. Наконец, величина H является энтропией случайной переменной, которая может принимать одно или два значения с вероятностью p :

$$H(p) = -p \times \log_2 p - (1-p) \times \log_2(1-p). \quad (9)$$

Уравнения (5) – (8) вместе определяют суммарную деятельность G^n лица, принимающего решения, в соответствии с законом разбивки информации на части (9), то есть:

$$G^n = G_t^n + G_b^n + G_h^n + G_c^n, \quad (10)$$

где G^n иначе можно оценить как сумму предельных неопределенностей каждой системной переменной.

Величину G^n можно интерпретировать как суммарную деятельность по обработке информации в системе, и, таким образом, она может служить в качестве меры загрузки члена организации при выполнении им задачи принятия решений.

Для того чтобы определить структуру организации, необходимо точно указать взаимодействия каждого ЛПР. Следует отметить, что лицо, принимающее решения, взаимодействует с внешней средой, когда это лицо принимает входные воздействия непосредственно от источников внешнего мира либо когда это лицо генерирует выходные воздействия, которые представляют собой выход этой организации в целом или его части. Внутренние взаимодействия включают в себя прием входной информации от других ЛПР, совместное оценивание ситуаций, прием управляющих входных сигналов и выработку выходной информации, которая представляет либо входы, либо команды другим ЛПР. Если эти взаимодействия представить графически в форме направленного графа, то рассматриваемые организационные формы будут отображаться направленными графиками, не содержащими каких-либо циклов или петель. Получаемые таким образом организации принятия решений будут обладать при этом ациклическими информационными структурами. Это ограничение в структуре организации вводится для того, чтобы избежать взаимных блокировок, а также циркуляции сообщений внутри организации.

С целью иллюстрации типов обработки информации и организации принятия решений, которые

можно смоделировать и проанализировать, следует рассмотреть простой пример. Пусть состояние системы описывается совокупностью фазовых координат. В теории управления показывается, что динамику любой системы можно описать множеством фазовых координат и множеством их первых производных по времени (то есть множеством скоростей изменения фазовых координат). На основании этих упорядоченных множеств организация должна сделать выбор тех или иных управляющих решений. Предполагается, что объем обрабатываемой информации, частота поступления задач и время реакции системы таковы, что штат организации может состоять из трех человек, то есть для выполнения указанной задачи необходимо спроектировать организацию, состоящую из трех человек. Следует рассмотреть две такие организационные структуры.

Первая структура — организация А — представляет собой параллельную структуру с горизонтальными связями и определяется следующим образом. Множество задач делится на три равных части, и каждое лицо, принимающее решения, отвечает за свою часть. Каждое ЛПР наблюдает только те состояния, которые относятся к его области ответственности. ЛПР может оценивать ситуацию и выбирать вариант реакции (то есть то, какое мероприятие следует реализовать) для состояний, целиком относящихся к пределам его компетенции.

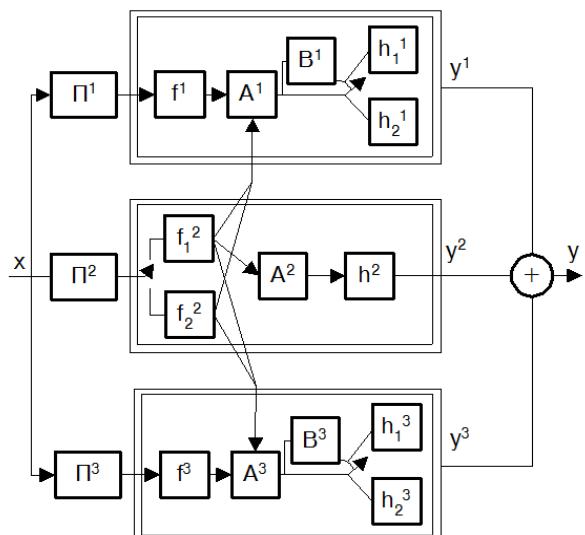


Рис. 3. Організація А: параллельна структура

Таким образом, ЛПР^1 и ЛПР^2 пользуются той информацией, которая относится к их общей области. Аналогично, ЛПР^2 и ЛПР^3 пользуются общей информацией, относящейся к их общей части фазовых плоскостей. Для того чтобы не усложнять вычислительную сторону данного примера, можно пред-

положить, что стадии оценки ситуации ЛПР¹ и ЛПР³ содержат единственный алгоритм f^n , стадия оценки ситуации ЛПР² содержит два алгоритма — f_1^2 и f_2^2 . С другой стороны, стадия выбора ответа ЛПР² содержит единственный алгоритм h^2 , тогда как стадии ВО ЛПР¹ и ЛПР³ содержат два алгоритма h_1^n и h_2^n , $n = 1, 3$. Следовательно, внутренние стратегии решений могут быть представлены как $p(u^2)$, $p(v^1 | \bar{z}^1)$ и $p(v^3 | \bar{z}^3)$. Подробная структура этой организации представлена на рис. 3. Следует отметить, что взаимодействия, определяемые данной информационной структурой, не носят характера петель или циклов. Можно рассмотреть, например, информацию ОС, общую для ЛПР¹ и ЛПР². Переменные z^1 и z^{12} получаются в результате обработки x^1 ЛПР¹. Аналогичным образом z^2 и z^{21} порождаются ЛПР². Как только ЛПР² передаст x^{21} ЛПР¹, окончательная оценка \bar{z}^1 может быть определена путем использования A^1 . ЛПР² определяет свое значение \bar{z}^2 после приема z^{12} , z^{32} и после выработки z^2 . В то время как точная синхронизация явно не требуется, она подразумевается в том, что любая конкретная стадия обработки не может быть завершена до тех пор, пока не будут приняты все необходимые входные переменные. К тому же предполагается, что обработка "вход – выход" организации в целом может быть выполнена в среднем в течение среднего промежутка времени между поступлением символов τ .

Вторая организационная структура (организация В) предполагает наличие лица, принимающего решения, которое выполняет контролирующую роль. Такая организация описывается следующим образом. Все множество задач делится на два равных подмножества. Однако имеются "пограничные задачи", за которые несет ответственность по оценке ситуаций ЛПР¹ и ЛПР³; однако данные из области, примыкающей к границе между ЛПР¹ и ЛПР³, передаются контролеру или координатору ЛПР², который разрешает конфликты и распределяет задачи между ЛПР¹ и ЛПР³. Это осуществляется посредством командных входов v^{21} и v^{23} от координатора к двум ЛПР. Они, в свою очередь, используют свои ответы y^1 и y^3 соответственно. И в этом случае, для того чтобы не усложнять вычисления, можно предположить, что ЛПР¹ и ЛПР³ располагают единственным алгоритмом f^n для своих стадий ОС и двумя алгоритмами h_1^n и h_2^n для стадии ВО. Координатор ЛПР² располагает алгоритмом A^2 для обработки оцениваемых ситуаций z^{12} и z^{32} и двумя алгоритмами h_1^2 и h_2^2 на стадии ВО. Стратегиями внутренних решений являются $p(v^1 | \bar{z}^1)$, $p(v^2 | \bar{z}^2)$ и $p(v^3 | \bar{z}^3)$. Структура этой организации представлена на рис. 4. Как и в предыдущем случае, отмечается, что такая информационная структура является в действительности ациклической.

мами h_1^2 и h_2^2 на стадии ВО. Стратегиями внутренних решений являются $p(v^1 | \bar{z}^1)$, $p(v^2 | \bar{z}^2)$ и $p(v^3 | \bar{z}^3)$. Структура этой организации представлена на рис. 4. Как и в предыдущем случае, отмечается, что такая информационная структура является в действительности ациклической.

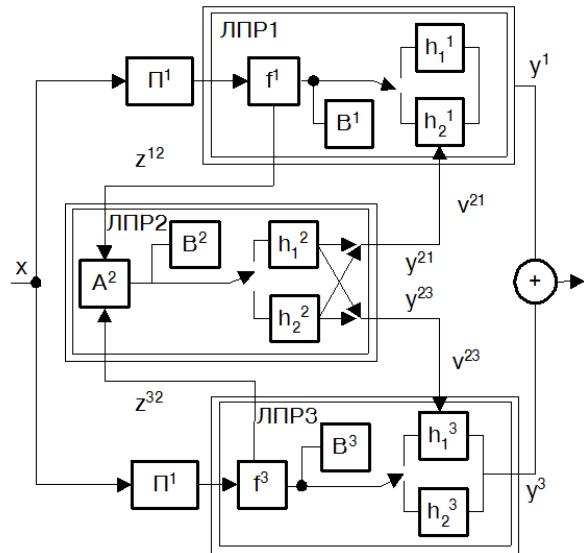


Рис. 4. Организация В: иерархическая структура

Описания лиц, принимающих решения, в организациях А и В (с точки зрения теории информации) получены путем "специализации" выражений (5) – (8). Выражение из теории информации, включающее переменные с нулевой неопределенностью, остается без изменений, когда эти переменные устраняются, поскольку знание их значения не может дать какой-либо информации о других переменных. В настоящем контексте это значит, что отсутствие переменной или группы переменных подразумевает равенство нулю связанной с ними неопределенности. Таким образом, общие выражения (5) – (8) можно упростить в соответствии с частной моделью лица, принимающего решения, для которой эти выражения используются. Например, в случае с ЛПР² в организации В отсутствуют алгоритмы f^2 и командный вход. Следовательно, \tilde{x}^2 , x^2 , u^2 , z^2 , z^{20} и v^{20} имеют нулевую неопределенность, а координационная составляющая алгоритмов f^2 равна нулю. Уравнения (5) – (8) можно в этом случае свести к следующему виду.

Производительность:

$$G_t^2 = T(z^{02} : y^2). \quad (11)$$

Блокировка:

$$G_b^2 = H(z^{02}) - G_t^2. \quad (12)$$

14

Внутренне генерируемая информация:

$$G_n^2 = H_{\bar{z}^2}(v^2). \quad (13)$$

Координация:

$$\begin{aligned} G_c^2 &= g_c^{A^2}(p(z^{02})) + g_c^{B^2}(p(\bar{z}^2)) + \\ &+ \sum_{j=1}^2 p_j^2 g_c^{2j}(p(\bar{z}^2 | \bar{v}^2 = j)) + \\ &+ \alpha_j^{2j} H(p_j^2) + H(y^2) + H(\bar{z}^2) + H(\bar{z}^2, \bar{v}^2), \end{aligned} \quad (14)$$

где $z^{02} = [z^{12}, z^{32}]$ и $y^2 = [y^{12}, y^{23}]$.

Представленный в статье аналитический подход к моделированию и анализу структур информационной обработки и организации принятия решений может быть положен в основу моделирования и выработки стратегии организационных решений, а также оценки производительности организации в целом и выбора наилучшей организационной структуры с точки зрения наибольшей производительности при заданном уровне загрузки, что составит предмет обсуждения в следующих статьях автора.

Литература: 1. Милов А. В. Информационная модель принятия решений // Економіка розвитку. — 2003. — №4(28). — С. 24 – 30. 2. Денисов А. А. Теория больших систем управления / А. А. Денисов, Д. Н. Колесников. — Л.: Энергоиздат, Ленингр. отделение, 1982. — 288 с. 3. Vidal J. M. Recursive Agent Modeling Using Limited Rationality / Vidal J. M., Durfee E. H. // Proceedings of the First International Conference on Multi-Agent Systems. — 1995. — Р. 125 – 132. 4. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. — М.: Изд. иностранной литературы, 1963. — 832 с. 5. Rutledge G. W. Dynamic selection of models. Ph. D. Dissertation, Medical information sciences Department, Stanford Univ., CA, 1995. — 164 p.

Стаття надійшла до редакції
10.03.2004 р.

УДК 001.38.336.1

Порєв С. М.

НАУКОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОТРЕБ ЕКОНОМІКИ ТА ЙЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОНОВЛЕННЯ

The main reasons of insufficient scientific supplies of economy, its technological modernization are considered in the article. The mechanism of interaction between the managers

and executors in the process of scientific investigation and elaboration is suggested. The ways of technological base renewal which influence the competitiveness of science-intensive domestic products are offered.

Наукове забезпечення потреб економіки України на сьогодні не можна вважати достатнім. Основними причинами такого становища є:

невідповідність інноваційній моделі розвитку економіки України обсягів замовлення з боку промисловості та підприємництва на прикладні дослідження й розробки, що виконуються науковими установами та підприємствами, вищими навчальними закладами;

недостатнє фінансування за рахунок загального фонду державного бюджету фундаментальних і прикладних досліджень, прикладних розробок, що спричиняє зменшення їх результативності та неефективне використання наявного кадрового науково-технічного потенціалу, скорочення чисельності працівників наукових організацій, особливо у сфері технічних наук;

неврегульованість системи організації наукових досліджень і розробок, механізмів координації, започаткування, проведення та прийняття їх результатів на засадах державного замовлення, конкурентності, програмно-цільового підходу;

недостатнє матеріально-технічне забезпечення наукової та науково-технічної діяльності в країні, що суттєво обмежує можливості виконання досліджень та розробок як бази для створення конкурентоспроможних високих технологій.

Усе це призводить до неможливості ефективного використання наявного наукового та науково-технічного потенціалу з метою забезпечення потреб економіки країни та її технологічного оновлення.

Інноваційна активність промислових підприємств, за даними Держкомстата України, в останні три роки є низькою й залишається на рівні 18%. Проблема низької інноваційної активності та застосування нових технологій значною мірою пов'язана з фінансовим станом підприємств та можливостями використання кредитів. Певне покращення в цьому напрямку спостерігається, однак частка коштів вітчизняних та іноземних інвесторів складала лише 10,7%, тому основна частина фінансового забезпечення інноваційної діяльності підприємств — це їх власні кошти (71,1% у 2002 році), яких на це не вистачає.

Із загальної кількості обстежених Держкомстатом підприємств лише 2% придбали у 2002 році нові технології в Україні. Кількість промислових підприємств, що проваджували нові технологічні процеси, постійно зменшується: у 1995 році — 8,4% від кількості обстежених підприємств, у 2000 — 2002 рр. — 4,1%; 3,7% та 3,4% відповідно.