

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИНФОРМАЦИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Л. СИМАНАУСКАС, А.-А. БАРТКУС

Процесс выполнения функций управления производством можно представить как определенные действия, включающие последовательность процедур обработки и использования информации. Среди последних важными являются процедуры принятия и реализации решений, занимающие значительное место при выполнении функций планирования и регулирования. От обоснованности и своевременности этих решений во многом зависит эффективность использования оборудования, материальных, трудовых и других ресурсов. Это в свою очередь ведет к улучшению реализации текущих и оперативных планов, снижению себестоимости продукции и, в конечном счете, к повышению эффективности деятельности предприятия в целом.

Вопросы методологии принятия решений в последние десятилетия привлекают все больше внимания как математиков, так и экономистов. Наиболее существенные результаты этих исследований изложены в (4). Анализ их показывает, что в теории принятия решений основное внимание до последнего времени уделялось изучению общей проблематики, стратегии и критериев оценки решений, построению математических моделей и разработке технологии их принятия в условиях многовариантных ситуаций, наличию неопределенности, неполной информации и многокритериальности. Более конкретизированными и пригодными для использования в рассматриваемой авторами предметной области являются работы по моделированию механизма принятия решений при осуществлении функций управления производством и представлению процесса принятия управленческих решений как информационного (1; 6).

В качестве общего может быть использован подход, предложенный Е. Майминасом в (2). Анализируя системы и функции управления, он среди функциональных блоков как наиболее важные выделил блоки, в которых как бы порождается управленческая информация (информация, используемая для принятия решений), и это осуществляется путем устранения неопределенности из множества альтернатив. При этом в качестве источников информации для принятия решений выступают другие блоки, в первую очередь, выполняющие функции учета и анализа, а также функции (процедуры) движения и преобразования информации.

Представление процесса принятия решений как последовательности выполнения определенных процедур над информацией позволяет не только описать его как единый в терминах и понятиях обработки информации, но также при этом создаются непосредственные возможности находить прямые взаимосвязи и взаимозависимости между эффективностью управленческих решений и определенными характеристиками той информации, на основе которой эти решения принимаются. Именно информационные аспекты в теории принятия решений являются наименее изученными.

Проведенные исследования показали, что для таких конкретных ситуаций, как выполнение функций планирования и регулирования на промышленных предприятиях, можно выделить наиболее характерные группы потребительских характеристик информации и определить основные подходы к их измерению и оценке. Примем, что информация, которую используют лица, выполняющие определенные функции для принятия решений (лица, принимающие решения — ЛПР), формируется автоматизированно, т. е. с применением современных средств вычислительной техники. Это ограничение не является существенным, но позволяет более определенно представить процесс формирования и информации для ЛПР, выделить и оценить конкретные характеристики информации.

Процесс движения и преобразования информации, в котором участвует ЛПР, обычно включает следующие этапы: формирование первичной информации на объекте управления; машинную обработку информации с целью выдачи альтернатив для ЛПР; принятие решений; оформление решений в виде планов, управляющих или корректирующих воздействий; реализацию решений на объекте управления. Отличие этих этапов от общепринятых для машинной обработки информации (4) объясняется тем, что в общем процессе движения и преобразования информации люди, которые используют машинным образом сформированную информацию, выбирают на основании ее наилучшие варианты решений. Это позволяет весь цикл движения и преобразования информации разделить на две части: 1) от объекта до ЛПР и 2) от ЛПР до объекта управления. Таким образом, объект управления является источником и пользователем информации, а ЛПР — промежуточным звеном, принимающим информацию от объекта управления и выдающим ему управленческие воздействия. Поэтому характеристики информации следует рассматривать отдельно по отношению к ЛПР и к объекту управления.

Рассматривая в качестве пользователя информации, формируемой машинным способом, ЛПР, можно принять, что эта информация представляет для этого лица интерес в такой степени, в какой она помогает ему принимать эффективные решения. Степень влияния информации на решение можно определить лишь в том случае, если можно установить непосредственную зависимость между характеристиками используемой информации и эффективностью принимаемых решений.

Проблемы выявления основных характеристик информации и степени их влияния на пользователей этой информации наиболее широко стали изучаться при появлении необходимости разработки теории передачи информации, т. е. с развитием общей теории связи и кибернетики. Наиболее глубокие исследования и обобщения работ других авторов в этой области провели Ю. Черняк, Е. Ясин, В. Жеребин, А. Урсул и др. В качестве общей характеристики они рассматривают ценность информации. Правда, под этим понятием различные авторы понимают не одно и то же — в литературе встречаются различные подходы к определению и измерению ценности информации. При более подробном анализе подходов к оценке управленческой информации, а также нужд практики машинной обработки информации и управления установлено, что такое разнообразие возникло, по существу, из-за того, что отдельные авторы рассматривают частные и неадекватные (по сравнению с другими) ситуации, в которых информация предназначается для конкретных целей и пользователей.

Наиболее широко известен подход, применяемый в статистической теории информации, когда ценность информации измеряется уменьшением неопределенности некоторого события у пользователя после ее получения, выражаемой показателем количества энтропии. Подобный подход к оценке информации, выдаваемой ЛПР, является вполне приемлемым в том смысле, что для ЛПР всегда важно получить такие сведе-

ния, которых он раньше не имел и которые способствуют принятию необходимых решений, т. е. являются для него полезными. Измерение же ценности информации через уменьшение количества энтропии в условиях управления производством не всегда имеет влияние на принятие ЛПР эффективного решения для объекта управления. Например, такая оценка может показать лишь то, насколько ЛПР до получения информации знал меньше, чем ему необходимо было знать. Ограниченное применение для рассматриваемой проблемы имеет и предложение И. Партельпоэга (3, с. 126—131) по оценке информации через приращение тегауруса (и, видимо, изменение парадигмы.— *Авт.*). Например, для лица, принимающего решения при планировании или регулировании производства, такие приращения не имеют большого значения, так как ему не приходится часто решать задачи стратегического плана. Поэтому представляется, что для ЛПР важна полезность информации, т. е. то, насколько использование информации способствует принятию решения, позволяющего дать положительный результат,— эффект при его реализации. Полезность информации можно выявить через потребительские характеристики или измерить величиной получаемого эффекта. В числе наиболее важных потребительских характеристик полезности можно выделить значимость, важность, наглядность и полноту.

Значимость информации может быть определена по отношению к конкретным задачам, их комплексам или функциям управления. Если, например, принимаются решения по составлению календарного графика работы механического цеха, то наибольшую значимость имеет информация о рабочих местах и дефицитном оборудовании. Информация о других группах оборудования имеет меньшую значимость для принятия решений. Естественно, что для функций учета вся исходная информация имеет одинаковую значимость. Наименования деталей, материалов и их списки как носящие справочный характер относятся к информации с пониженной значимостью.

Важность информации показывает степень ее влияния на решения, принимаемые на основе этой информации для работы объекта управления в целом. Ясно, что наибольшую важность имеет информация, представляемая высшему рангу ЛПР, так как они принимают решения, от которых зависит эффективность работы объекта управления в большей степени, чем от решений ЛПР низшего ранга. Для ЛПР одного ранга различная информация тоже может иметь неодинаковую важность (принимаемые на основании ее решения могут оказывать различное влияние на объект управления).

Лучшее понимание информации ЛПР происходит в том случае, если она обладает *наглядностью*. Так, для предварительного ознакомления с динамикой значений каких-нибудь показателей всегда удобнее пользоваться графиками, чем таблицами. Важным является также то, как информация размещается на конкретном документе: наглядность повышается, когда одинаковые реквизиты-признаки не повторяются, когда для их кодирования используются легко воспринимаемые коды и т. п. Для повышения наглядности желательно, чтобы информация хотя бы в некоторой степени ранжировалась по ее важности либо выделялась при помощи специальных пометок, как это делается для дефицитных или срочных деталей, о которых выдаются сведения в машинограммах одновременно с прочими деталями, либо локализовывалась.

Полнота характеризует степень охвата информацией соответствующих сущностей. Как уже отмечалось, она может быть недостаточной или избыточной. Недостаточная полнота представляется отсутствием некоторых сведений, необходимых для принятия обоснованных решений, и тогда решения принимаются на основе неполной информации. Анализ фактического положения на предприятиях, а также литературных источников (6) показывает, что часто отсутствуют некоторые необходимые

нормативы, например, на переналадку оборудования, взаимозаменяемость станочного парка, некоторые нормы на технологические и контрольные операции, без которых труднодостижимо приемлемое качество принимаемых решений при выполнении оперативного календарного планирования в современной дискретной постановке. Неполными также могут быть сведения, собранные для оценки хода производства при его регулировании.

Естественно, что с улучшением отдельных характеристик информации, формируемой машинным способом, растут затраты на ее формирование. Для рассматриваемых целей более пригодным является подход к оценке информации по степени ее влияния на показатели деятельности объекта управления, измеряемой эффективностью использования информации. Поэтому информацию, формируемую и применяемую для выполнения функций управления, необходимо оценивать интегрированными показателями, включающими частные оценки полезности, а также стоимостные характеристики.

В (4; 5) таким интегрированным показателем предложено считать ценность информации, определяемую как разность между эффектом, получаемым от использования информации (проявляющимся через полезность информации) и затратами на ее формирование. Такая экономическая оценка ценности представляет интерес уже для объекта управления. Рассмотрим наиболее важные характеристики полезности информации, улучшение которых непосредственно связано с увеличением полезности и стоимости формирования управленческих воздействий для объекта управления. Эти характеристики можно разделить на две группы: характеристики адекватности и временные характеристики. Наиболее важные характеристики первой группы — точность и достоверность.

Точность информации отражает степень ее соответствия действительным процессам или явлениям, когда они зафиксированы в виде соответствующих экономических показателей.

В экономике и организации производства вопросам точности уделяется слишком мало внимания в том смысле, что не выявлены особенности оценки необходимой и достаточной точности для информации, предназначенной для выполнения различных функций, возможности и потребности варьирования точностью с учетом эффекта и затрат, связанных с обеспечением и использованием этой точности. Вследствие этого нередко прилагается немало усилий для достижения большой точности информации, используемой для принятия решений, без учета стохастического характера некоторых факторов, точности исходной информации и без достаточной обоснованности такой точности. Бывает и наоборот, когда результаты рассчитываются с недостаточной точностью, что ведет к упрощению и, как следствие, к искажению действительности и принятию неправильных решений.

Под *достоверностью* информации понимается степень соответствия имеющейся информации тем объективным характеристикам объекта или ситуации, которые она должна отражать. Эта характеристика является важной для информации всех видов. Следует отметить, что информация может оказаться недостоверной с момента ее возникновения или фиксации или терять достоверность при передаче, перезаписи с одних носителей на другие, хранении, а также обработке.

Особенно актуальна достоверность для первичной информации, отражающей результаты выполненных производственных операций. Она отражает объемы выполненных работ, наличие материальных ценностей и используется для учета материальных ценностей, начисления заработной платы, оценки работы людей и коллективов. Поэтому в ее искажении могут быть заинтересованы некоторые лица, а при преднамеренном искажении возникает вероятность принятия решений, не соответствующих реальному положению. Вместе с тем такая информация обычно бо-

лее тщательно проверяется и поэтому является более достоверной, чем та, которая используется, например, лишь для учета деталей в цехах и оценки незавершенного производства. Поэтому использование той же информации для выполнения нескольких различных функций позволяет повысить достоверность не только первичной, но и резульатной информации.

Рассмотрим временные характеристики полезности информации — стабильность, долговечность, своевременность и актуальность.

Производимые изделия, их трудоемкость, материалоемкость и энергоёмкость в зависимости от различных условий совершенствования и развития производства могут меняться. Поэтому нормативно-справочная информация со временем должна корректироваться, в нее должны вноситься изменения. Степень изменения ее в течение определенного периода показывает ее нестабильность. Следует отметить, что такая информация часто называется постоянной не потому, что в течение определенного времени не меняется, а потому, что является инвариантной в отношении времени использования (формируется для использования не в одном определенном периоде, а при необходимости во всех, когда осуществляются функции планирования, учета или регулирования). *Стабильность* информации оказывает влияние на организацию ее хранения и обновления, требует дополнительного внимания ЛПР при выборе именно той информации, которая должна быть использована при принятии конкретного решения и может оказывать влияние на качество этого решения.

Для принятия решений важное значение имеет *долговечность* информации, а именно: срок сохранения потребительских свойств во время хранения. На увеличение долговечности большое влияние оказывают технико-экономические характеристики запоминающих устройств, но еще большее значение имеет наличие программных и других средств защиты информации, не позволяющих случайно или преднамеренно уничтожить или уничтожить хранимую на машинных носителях информацию и в случае ее порчи позволяющих осуществлять быстрое ее восстановление.

Для информации, используемой при принятии управленческих решений, важной характеристикой является *своевременность*, которая показывает, насколько время получения информации ЛПР совпадает со временем, когда необходимо принимать соответствующее управленческое решение. При этом могут быть и такие ситуации, когда та же информация может оказывать различное влияние на качество решения в зависимости от времени получения.

Потребности в определенной информации могут возникать в любой момент времени, но большую часть их можно прогнозировать заранее. Это обычно нетрудно сделать для ЛПР низшего ранга (кладовщиков, диспетчеров и т. п.). Однако чем выше ранг ЛПР, тем труднее это осуществить. Следует подчеркнуть, что большинство автоматизированных систем управления промышленностью (АСУП), выдающих резульатную информацию в виде машинограмм заранее определенной формы и с определенной периодичностью, в первую очередь ориентированы на удовлетворение информационных потребностей ЛПР низшего ранга. Однако и в этих АСУП информация зачастую поступает с периодичностью, не удовлетворяющей ЛПР, в результате чего, например, на складах параллельно ведутся карточки учета материалов и, следовательно, дублируется информация, а также процессы ее обработки.

Информационные потребности ЛПР высокого уровня трудно определить и по форме представления, и по содержанию: они зависят не только от служебного положения ЛПР, но также от индивидуальности руководителя, его образования, особенностей психики. Применение банков данных и диалогового режима должно позволить лучше адаптироваться

системам обработки данных к динамическим информационным потребностям. Однако программное обеспечение действующих и разрабатываемых систем управления базами данных (СУБД) таково, что сформулировать нестандартный запрос на языке манипулирования данными непрограммисту очень непросто, а стандартные запросы могут не удовлетворить ЛПР. В результате своевременность данных, получаемых из информационного вычислительного центра (ИВЦ), весьма невысока.

При оценке информации часто важную роль играет то, насколько момент получения информации отстает от момента, когда произошло событие, которое отражает эта информация (*актуальность информации*). Естественно, что порог применимости будет зависеть и от цели использования информации, и от интервала вышеуказанного времени, и от того, как быстро меняется наблюдаемый процесс. При использовании для обработки информации средств вычислительной техники (СВТ) интервал между возникновением информации и передачей ее ЛПР можно достаточно точно определить и при необходимости менять. Этот интервал можно разделить на несколько этапов движения и преобразования, выполняемых последовательно: первичный (от события до формирования информации о нем и при необходимости оформления первичного документа), подготовительный (от формирования сообщения или первичного документа до ввода информации в информационную базу, например, формирования оперативного массива), хранение информации в информационной базе (при этом никакие операции могут не выполняться), основной (решение задачи или формирования резульатного сообщения на ЭВМ), заключительный (передача резульатной информации для выполнения функций управления, например, ЛПР — для принятия решения).

Информация меняется во времени, но это может происходить непрерывно или дискретно. При этом сам процесс изменения неодинаков для оперативной, нормативно-справочной и плановой информации.

Оперативная информация собирается и используется в определенном интервале времени и при формировании имеет наибольшую актуальность. После окончания его она становится ненужной. Если в этом периоде состояние фиксируется несколько раз, то после каждой фиксации актуальность будет частично или полностью восстанавливаться.

Основной особенностью нормативно-справочной информации (НСИ) является ее однократное формирование, последующее обновление и использование в любых планово-учетных периодах. Изменения вносятся для поддержания ее актуальности (в аспекте соответствия действующим нормам, нормативам, технологиям производства и т. п.). Они обычно осуществляются периодически, например, один раз в месяц, и тогда ее актуальность восстанавливается. Если изменения не вносить, то рассматриваемая характеристика будет ухудшаться.

Действие плановой информации ограничивается периодом, на который она устанавливается и до конца которого сохраняет свою новизну. Однако планы также меняются, но в таких случаях актуальность обеспечивается так же, как и для НСИ, т. е. путем внесения изменений при их возникновении.

Уменьшение времени задержки информации при ее подготовке для принятия решения почти всегда связано с улучшением организации технологических процессов ее движения и преобразования и, в частности, с механизацией и автоматизацией этих процессов, а тем самым — с увеличением затрат на получение этой информации. Поэтому в каждой конкретной ситуации необходимо определять, какой полезный резульат (эффект) можно получить при ускорении обеспечения информацией ЛПР и во что обойдется это ускорение (аналогичные дилеммы возникают и при оценке потребностей ЛПР в информационных ресурсах). Реализацию такого подхода рассмотрим на конкретном примере:

на оценке влияния актуальности информации на ее полезность и ценность. Для этого введем меру актуальности C , определяемую как коэффициент. Естественно его предельными значениями считать 1 и 0 (1 — когда информация поступает к пользователю сразу при ее возникновении, 0 — когда информация к пользователю вообще не поступает). Исходя из вышесказанного коэффициент актуальности информации может быть определен по следующей формуле:

$$C = e^{-\alpha T} \quad (1)$$

где T — интервал времени между возникновением информации и получением ее пользователем (в тактах управления);

α — коэффициент согласования C с другими характеристиками информации (так как эта проблема в данной статье не рассматривается, то примем, что $\alpha = 1$).

Для исследования взаимозависимости вышеуказанных характеристик составим модель следующей упрощенной производственной ситуации. Пусть потребность некоторых деталей на сборку имеет случайный характер и подчиняется нормальному закону распределения с параметрами m и σ^2 , и пусть потребность на каждый промежуток времени не зависит от потребностей за предыдущие промежутки. С другой стороны, диспетчер цеха, руководствуясь поступившими данными о наличии готовых деталей на складе, может увеличить либо уменьшить интенсивность выпуска деталей в пределах до 25% по сравнению со средним значением производства g . Диспетчер руководствуется своими действиями исходя из того, чтобы запасы готовых деталей были бы минимальными, а вероятность обеспечения сборки деталями p была бы не меньше заданной. Диспетчер получает данные о запасе на складе с различными запозданиями: без отставания, с отставанием в один, два, три интервала и т. д. Математическая модель вышеизложенной производственной ситуации может быть сформулирована следующим образом.

Пусть отставание регулирования занимает l тактов. Тогда величина запаса от начального момента времени t_0 через l интервалов будет равна

$$Z_l = \sum_{i=1}^l (g - \mu_i), \quad (2)$$

где g — среднее значение объема производства деталей;

μ_i — случайная величина, характеризующая потребление деталей в i -ом промежутке времени.

После l -го интервала диспетчер начинает получать данные о наличии деталей на складе и на основании их регулирует производство. Поэтому остаток деталей после s -го интервала будет

$$Z_s = \sum_{i=1}^l (g - \mu_i) + \sum_{j=l+1}^s (g(Z_{j-l}) - \mu_j), \quad (3)$$

где

$$g(Z_{j-l}) = \begin{cases} 1,25 g, & \text{если } Z_{j-l} > 1,25 g; \\ Z_{j-l}, & \text{если } 0,75 g \leq Z_{j-l} \leq 1,25 g; \\ 0,75 g, & \text{если } Z_{j-l} < 0,75 g. \end{cases}$$

Математическое ожидание текущего запаса определяется по формуле

$$M(Z) = \frac{\sum_{s=1}^m Z_s}{m},$$

где m — количество испытаний.

Модель исследовалась методом статистических испытаний (алгоритм и программу составил В. Киндерис). Результаты обработки статистических данных приведены в таблице.

Т а б л и ц а

Результаты испытаний

Количество интервалов l	Коэффициент своевременности C	Математическое ожидание текущего запаса $M(Z)$	Среднее квадратичное отклонение $\sigma(Z)$	Страховой запас
0	1	-0,6	42,8	55
1	0,368	1,5	58,1	75
2	0,135	0,6	72,6	94
3	0,050	-0,7	87,3	113
4	0,018	-7,2	105,1	136
5	0,007	-0,5	117,8	153
6	0,002	2,9	130,8	170
7	0,001	4,4	148,9	194
8	0,0003	3,3	162,9	212
9	0,0001	-2,8	175,4	228

Небольшая флуктуация математического ожидания величины текущего запаса вокруг нулевого значения свидетельствует о достаточной достоверности результатов моделирования.

Обработка значений среднего квадратичного отклонения $\sigma(Z)$ дает линейную зависимость $\sigma(Z)$ от T , выражающейся формулой

$$\sigma(Z) = 42,8 - 14,73T = 42,8 - 14,73 \ln C, \quad (4)$$

что, в общем, противоречит теоретическим соображениям, высказанным Е. Г. Ясиным (6).

На основании (4) и с учетом нормального закона распределения величины текущего запаса легко определить страховой запас из выражения

$$\Phi\left(\frac{M(Z)}{\sigma(Z)\sqrt{2}}\right) = 2p - 1, \quad (5)$$

где p — заданная вероятность обеспеченности сборки деталями (принято $p=0,9$);

Φ — функция Лапласа.

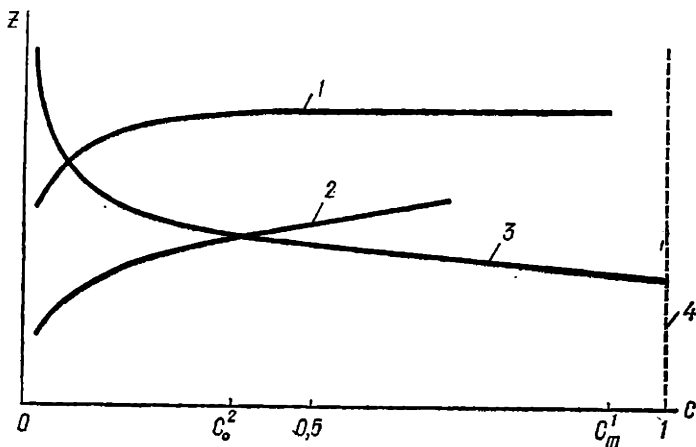
В таблице представлена величина страхового запаса деталей в штуках.

Таким образом, своевременность информации можно выразить через величину страхового запаса и, следовательно, определить ее полезность в стоимостном выражении.

Стоимость обработки данных зависит от двух факторов: от применяемых технических средств и применяемой технологии обработки данных, так как при наличии одного и того же технического обеспечения обработку данных можно производить различными способами.

Очевидно, что с увеличением коэффициента своевременности информации растет также ее стоимость. Ясно, что при $C \rightarrow 0$ ($T \rightarrow \infty$) стоимость сбора и обработки данных также должна приближаться к определенной величине, зависящей от стоимости применяемого комплекса технических средств. При $C \rightarrow 1$, т. е. при регулировании управляемого процесса с минимальной задержкой во времени, стоимость обработки данных примет достаточно высокое, но вполне определенное значение, причем максимальное значение C будет зависеть от применяемого комплекса технических средств.

На рисунке представлена зависимость стоимости обработки данных по двум комплексам технических средств. Стоимость обработки данных в первом комплексе мало зависит от различных способов организации обработки данных, и поэтому оптимальное значение полезности информации достигается в точке C_m^1 . При применении второго технического комплекса, при котором возможна различная стоимость обработки дан-



1 - первый комплекс; 2 - второй комплекс; 3 - страховой запас; 4 - предельное значение C

Рис. Зависимость стоимости и полезности информации от коэффициента своевременности C

ных, полезность экономической информации достигает оптимума в точке C_0^2 .

Таким образом, при оценке полезности информации необходимо уметь измерить соответствующие характеристики результатной информации. Обобщая, можно предложить следующую последовательность работ:

1) на основании изучения информационной модели объекта управления определить требования к характеристикам результатной информации;

2) изучить способы удовлетворения требований к одновариантной информации и выбрать тот, который позволит удовлетворить эти требования с наименьшими временными и трудовыми затратами;

3) построить общие схемы формирования информации альтернативной полезности; определить те операции, которые оказывают влияние на изучаемые характеристики; определить функциональную или вероятностную зависимости между этими операциями и характеристиками;

4) выбрать оптимальную схему формирования информации и рассчитать значения характеристик полезности по каждой операции (процедуре) и в целом.

Вильнюсский университет
им. В. Капсукаса
Кафедра экономической
информации

Редколлегии вручено
в октябре 1982 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вилкас Э. И., Майминас Е. З. Решения: теория, информация, моделирование.— М.: Радио и связь, 1981.
2. Майминас Е. З. Процессы планирования в экономике: информационный аспект.— М.: Экономика, 1971.
3. Партельпоэг И. Ф. О ценности информации.— В кн.: Экономическая семиотика. М.: Наука, 1970.
4. Симанаускас Л. Ю., Бразайтис З. П. Основы проектирования машинной обработки данных.— М.: Финансы и статистика, 1982.
5. Статистические модели и многокритериальные задачи принятия решений: Сб. статей.— М.: Статистика, 1979.
6. Шубкина И. П. Моделирование механизма принятия решений (управление производством).— М.: Наука, 1976.
7. Эдельгауз Г. Е. Достоверность статистических показателей.— М.: Статистика, 1977.
8. Экономическая информация / Под ред. Е. Г. Ясина. М.: Статистика, 1974.