

ОЧЕРК О НАУЧНОЙ ШКОЛЕ ПРОФЕССОРА Е.И. ПОПОВА. ОТ ПЕРВЫХ АСУП К ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

С.В. Чупров

*Байкальский государственный университет
Россия, 664003, Иркутск, ул. Ленина, 11*

Введение. Наступление эпохи проектирования и внедрения первых компьютеризированных систем управления российскими промышленными предприятиями знаменовало не только овладение средствами вычислительной техники в практике управленческой деятельности, но и развертывание комплексных исследований по экономической кибернетике и математическим моделям планирования производства. В этой связи представлена попытка контуром обрисовать черты научной школы профессора Е.И. Попова и его коллег по разработке в 1960-80-х гг. информационных технологий АСУП и их промышленной эксплуатации на ряде предприятий страны с продвижением инструментов интеллектуализации задач планирования производства.

Данные и методы. Методология исследования сформирована на основе методов системного анализа и синтеза, термодинамики, статистической физики, теорий информации, менеджмента и нечетких множеств. Особенное значение для решения проблемной задачи приобретают информационные технологии, энтропийный язык описания функционирования систем и моделирование принятия решений в нечеткой обстановке.

Полученные результаты. Во главе угла организации деятельности коллектива разработчиков АСУП было поставлено создание целеустремленной интеллектуальной среды, пронизываемой духом романтики освоения электронно-вычислительной техники и содружества научных сотрудников, обусловливаемой широкой эрудицией и лишенным официоза и косности стилем руководства профессора Е.И. Попова. Приводится интерпретация сконструированной им вероятностной модели однопродуктового совершенного рынка. Раскрывается эволюция компьютерных технологий от первых АСУП до производственного менеджмента, использующего инструментарий искусственного интеллекта. Обсуждаются вероятностные (энтропийные) подходы к измерению информации и ее материализации в экономических системах, приобретающие приоритетное значение для разработки интеллектуальных систем управления в структуре производственного менеджмента предприятий. Аргументируется метод нахождения нечеткого решения в пространстве расплывчатых целей и ограничений и описывается модель гибкого оптимального планирования дискретного производства с применением математического аппарата теории нечетких множеств.

Заключение. Представленные результаты дают возможность проследить закономерности развития систем управления и интеллектуализации производственного менеджмента промышленных предприятий.

Ключевые слова: информация, интеллектуализация, компьютеризация, научная школа, нечеткие множества, планирование, производственный менеджмент, система управления, энтропия, эффект

Сведения об авторе:

Чупров Сергей Витальевич (ChuprovSV@yandex.ru), д-р экон. наук, профессор, профессор кафедры менеджмента и сервиса

On author:

Sergey V. Chuprov (ChuprovSV@yandex.ru), Doctor of Economics, Professor, Professor of Management and Service Department

Для цитирования:

Чупров С.В. Очерк о научной школе профессора Е.И. Попова. От первых АСУП к интеллектуализации производственного менеджмента // Организатор производства. 2023. Т.31. № 1. С. 7-19. DOI: 10.36622/VSTU.2023.11.87.001

**ESSAY ABOUT THE SCIENTIFIC SCHOOL OF PROFESSOR E.I. POPOV.
FROM THE FIRST AUTOMATED CONTROL SYSTEMS TO
INTELLECTUALIZATION OF PRODUCTION MANAGEMENT**

S.V. Chuprov

Baikal State University

Russia, 664003, Irkutsk, st. Lenina, 11

Introduction. The advent of the era of design and implementation of the first computerized control systems for Russian industrial enterprises marked not only the mastery of computer technology in the practice of management, but also the deployment of comprehensive research on economic cybernetics and mathematical models of production planning. In this regard, an attempt is presented to outline the features of the scientific school of professor E.I. Popov and his development colleagues in the 1960-80s. information technologies of automated control systems and their industrial operation at a number of enterprises of the country with the promotion of tools for the intellectualization of production planning tasks.

Data and methods. The research methodology is based on the methods of system analysis and synthesis, thermodynamics, statistical physics, information theory, management and fuzzy sets. Information technologies, the entropy language for describing the functioning of systems, and modeling decision-making in a fuzzy environment are of particular importance for solving a problematic problem.

Results. At the forefront of organizing the activities of the team of developers of automated control systems was the creation of a purposeful intellectual environment, permeated with the spirit of romance in the development of electronic computing technology and the commonwealth of scientists, due to broad erudition and devoid of officialdom and inertness by the leadership style of professor E.I. Popov. An interpretation of the probabilistic model of a single-product perfect market constructed by him is given. The evolution of computer technologies from the first automated control systems to production management using artificial intelligence tools is revealed. We discuss probabilistic (entropy) approaches to the measurement of information and its materialization in economic systems, which are becoming a priority for the development of intelligent control systems in the structure of production management of enterprises. The method of finding a fuzzy solution in the space of vague goals and constraints is argued and a model of flexible optimal planning of discrete production is described using the mathematical apparatus of fuzzy set theory.

Conclusion. The presented results make it possible to trace the patterns of development of control systems and intellectualization of production management of industrial enterprises.

Keywords: *information, intellectualization, computerization, scientific school, fuzzy sets, planning, production management, control system, entropy, effect*

For citing:

Chuprov S.V. Essay on the scientific school of professor E.I. Popov. From the first automated control systems to the intellectualization of production management // Organizer of Production. 2023. Vol. 31. No. 1. Pp. 9-19. DOI: 10.36622/VSTU.2023.11.87.001

Введение

В переживаемую нами эпоху становления экономики знаний и ее цифровизации резонно обратиться к истокам появления разработок АСУП 1970-80-х гг. и проследить за трансформацией информационного атрибута управления от информации технико-экономического управления и ее материализации в технологиях производства и выпускаемой продукции до интеллектуализации систем управления в производственном менеджменте. В историческом и логическом аспектах примечательными являются концепция и опыт проектирования и внедрения АСУП, которые прививал профессор Е.И. Попов (1931-2009) своим последователям, потребность в развитии кибернетики и ее приложений симбиозом физических (термодинамики, статистической физики), математических (теорий вероятностей и информации) и экономических наук. Благодаря этому становилось возможным преодоление узких рамок техницизма в проектировании АСУП и развертывание создания человекоподобных компьютерных технологий управления с применением средств их интеллектуализации, в частности, нечетких множеств.

Перед памятью профессора Е.И. Попова автор видит свою цель в том, чтобы коснуться его подвижнической деятельности и эволюции информационной парадигмы систем управления производством с учетом тенденции их интеллектуализации и проектов разработки и внедрения АСУП в руководимой им Отраслевой научно-исследовательской лаборатории автоматизированных систем управления предприятиями (ОНИЛ АСУП) Министерства электротехнической промышленности СССР при Иркутском политехническом институте (ИПИ, ныне Иркутском национальном исследовательском техническом университете - ИРНИТУ).

Теория

Широкое внедрение электронно-вычислительной техники в народное хозяйство опиралось на теоретико-методологическую базу проектирования и эксплуатации АСУ. В отличие от локального применения ЭВМ для решения отдельных планово-экономических задач компьютеризация управления предприятием на основе АСУП революционизировало коренную перестройку сложившихся управленческих технологий с созданием единой информационной базы [1, с. 200]. Пронизываемая потоками информации, система управления испытывает влияние случайных возмущений и подводит к необходимости вероятностной интерпретации функционирования системы и ее информационного атрибута.

В этом контексте резонным было привлечение воззрений и математического аппарата кибернетики и теории информации, восходящей к фундаментальным представлениям термодинамики и статистической физики. Опируемое ими понятие энтропии служит мерой необратимого рассеяния энергии и находит применение для измерения степени неопределенности (хаотизации) поведения системы и способе определения количества информации в ней и эффекта системы. Между тем замысел обеспечения полноты информационного описания среды принятия управленческого решения обязывает учитывать и формализовать качественную информацию с помощью математических средств теории нечетких множеств, чем достигается интеллектуализация производственного менеджмента предприятий.

Результаты

Если бы благосклонная судьба не оборвала жизнь профессора Евгения Иосифовича Попова в 2009 году, мы, его коллеги и товарищи, не поскупились бы на благодарные и восхищенные здравницы в честь своего мудрого и дружелюбного Учителя и Созидателя. Энциклопедического

дарования ученый, он обладал глубокими знаниями по физике, математике, горному делу, философии, политологии, экономике и усердно развиваемой им кибернетике. Романтик и подвижник в неизведанной, но захватывающей своими перспективами кибернетике, Евгений Иосифович увлекал и нас своими познаниями и проектами, пленял и вел по свежим тропам еще молодой науки.

Волевой, вдохновенный и магически искусный оратор и организатор, он завораживал аудиторию отточенными выступлениями, органично сплетая в себе черты неутомимого труженика науки, наставника, архитектора систем управления нового поколения. Без намека на превосходство своим интеллектом и опытом над учениками, он ненавязчиво входил в судьбу каждого из нас, и сплывая вокруг себя единомышленников, с одержимостью создавал кафедру, вычислительный центр, ОНИЛ АСУП ИПИ, специальный факультет по переподготовке кадров для народного хозяйства, факультет кибернетики (первый декан доцент И.В. Замятин), который впоследствии обрел статус института ИРНИТУ и носил имя своего основателя, и учебно-научно-производственный комплекс – органичную интеграцию и творческий союз факультета кибернетики ИПИ и Сибирского энергетического института (ныне Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева) СО РАН. И щедро рассыпая «горстями» среди нас свои оригинальные идеи, Евгений Иосифович мало заботился о закреплении своего авторства в публикациях, предоставляя возможность нам их «огранки» и доведения до предмета защиты диссертаций. В этой новаторской атмосфере под отеческим крылом Евгения Иосифовича росли десятки его последователей, будущие кандидаты и доктора наук по техническим, физико-математическим и экономическим наукам.

В пору энергичной деятельности Международной академии науки и практики организации производства, в высшей

степени благодаря подвижничеству ее президента О.Г. Туровца, д-ра экон. наук, профессора Воронежского политехнического института (ныне Воронежский государственный технический университет), профессор Е.И. Попов бесменно возглавлял Иркутское отделение этой академии, выполнявшей научные исследования по разработке теоретических основ организации производственных систем, организации управления на предприятиях, экономическим проблемам организации производства, региональным аспектам организации производства, организации труда и управлению персоналом на предприятиях. В богатой гамме проводимых исследований Евгений Иосифович без труда вникал в перипетии научного поиска и мог охотно и компетентно поддержать дискуссию, словно специализировался именно в обсуждаемой области знаний.

Если характеризовать научное кредо профессора Е.И. Попова, уместно напомнить его вероятностную интерпретацию сложных объектов и процессов и приложения инструментария теории вероятностей к практическим задачам организации производства и управления предприятиями и учреждениями. Свободные от шаблонов мышление и полемика, уходящая порой далеко за полночь, приучали нас к несдерживаемым стереотипами правилам «обмозгования» возникающих проблем и способности критически воспринимать устоявшиеся экономические подходы и взгляды научных авторитетов.

Когда с середины 1960-х гг. в стране началось создание АСУП на промышленных предприятиях, ведомый профессором Е.И. Поповым коллектив кафедры электроники и вычислительной техники ИПИ в 1966 г. приступил к проектированию АСУП для Ангарского электромеханического завода, а в 1974 г. совместным приказом Минэлектротехпрома СССР и Минвуза РСФСР была открыта ОНИЛ АСУП ИПИ. Научным руководителем ее приказом

ректора ИПИ был назначен профессор Е.И. Попов.

Внедрение на предприятиях электронно-вычислительных машин и разработка на их базе АСУП диктовали необходимость проектирования взаимосвязанных ее подсистем и выстраивания между ними информационных потоков, подчиненных технологии решения функциональных задач. Ввиду этого становилось конструктивным привлечение воззрений и инструментария кибернетики и шенноновской теории информации [2], обязанной своими вероятностными схемами парадигмам термодинамики и статистической физики. Энтропийное описание неопределенности поведения систем и количества содержащейся в них и извлекаемой информации дает ключ к познанию информационных феноменов в экономических системах.

По-видимому, в одной из последних своих опубликованных научных работ «Вероятностная модель однопродуктового совершенного рынка» (1999 г.) профессор Е.И. Попов представил корректировку канонической экономической теории, исходя из идей Р. Коуза о трансакционных издержках [3]. Для такого рынка он разрабатывает математическую модель, альтернативную существующим трактовкам классической и неоклассической структуры рынка. Напоминая, что уже А. Смит не игнорировал роль случая в динамике состояния рыночного равновесия, Евгений Иосифович предлагает читателю вероятностную картину колебаний товарных цен. Питаемые научным наследием Н. Кондратьева, вероятностно-статистические представления о рыночном равновесии стали отправными для обоснования профессором Е.И. Поповым математически выверенного определения закона распределения вероятностей цен однопродуктового совершенного рынка, отказываясь от постулата идеальной информированности субъектов рынка и опираясь на коузовскую теорию трансакционных издержек. Именно

информационная неполнота о рыночном поведении контрагентов и ее вероятностный характер привели к постановке и решению этой хрестоматийной экономической задачи.

Эра ЭВМ инициировала формулирование принципов создания АСУ и, исповедуя системный подход к ее проектированию и внедрению, профессор Е.И. Попов и его коллеги стремились, с одной стороны, к образованию единой и емкой информационной базы предприятий, а с другой, соблюдали принцип минимизации ввода и вывода информации. Тем самым удавалось обойти «узкое место» ЭВМ 1970-80-х гг. – медленные технические устройства ввода в ЭВМ первичной информации и вывода выходной информации на внешние носители (магнитные ленты, перфокарты и перфоленты) и печать на рулонах бумаги. В результате достигалась двойная эффективность АСУП: уменьшение нагрузки на эти устройства и акцент на максимальное использование громадных объемов внутренней информации, централизованно хранимой непосредственно в ЭВМ и на внешних носителях, и циркулирующих по каналам коммуникаций между подсистемами АСУП.

Информационная природа процессов управления подвигала к осуществлению анализа и синтеза потоков информации – разработке и согласованию форм входных и выходных документов как с коллегами-проектировщиками, так и с поставщиками исходной и потребителями конечной информации – персоналом служб предприятий. Автоматизированное управление производством опиралось на подетально-пооперационную информацию о технологии изготовления изделий машиностроительных заводов, с использованием которой создавали подсистемы технологической подготовки производства и технико-экономического управления (ТЭУ) АСУП «Исток».

С компьютеризацией ТЭУ задача расчета производственной мощности предприятия стартовала с вычисления

производительности первичных ячеек производственных структур – рабочих групп оборудования, а на втором шаге определяли производительности участков, цехов и завода в целом последовательным переходом от заготовок к деталям, от них к узлам и сборочным единицам изделий [4]. Затем величины производственной мощности по всей номенклатуре продукции вовлекались в алгоритмы программы ЭВМ оптимизации годового плана производства предприятия с поквартальным распределением объемов выпуска продукции. Разработанная нами под руководством профессора Е.И. Попова и доцента И.В. Замятина подсистема ТЭУ в рамках АСУП была внедрена в опытную и промышленную эксплуатацию на предприятиях ВПО «Союзэлектроисточник»: заводов «Востсибэлемент» (г. Свирск Иркутской области), «Кузбассэлемент» (г. Ленинск-Кузнецкий Кемеровской области), «Аккумулятор» (г. Курск), а также Минусинского электротехнического промышленного комплекса (г. Минусинск Красноярского края) и др. [5].

Между тем в лекциях по теории информации Евгений Иосифович обратил наше внимание на неординарную концепцию академика В.А. Трапезникова, выражавшей нелинейную зависимость эффекта управляемого комплекса от количества в нем управляющей информации [6, с. 5-21] (рис. 1).

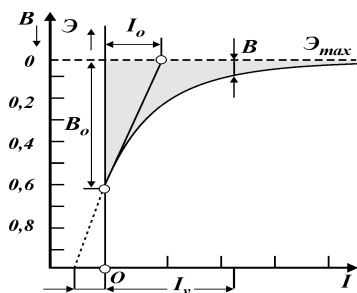


Рис. 1. Эффект управляемого комплекса в зависимости от количества поступившей в него управляющей информации [6, с. 8]
Figure 1. The effect of a controlled complex depending on the amount of control information received by it [6, p. 8]

С позиций макроподхода статистическая физика предлагает энтропийный язык описания функционирования экономической системы, которая испытывает влияние случайных возмущений, и потому характеризуется некоторой неупорядоченностью B . Согласно этой концепции в системе, которая в исходном состоянии имеет неупорядоченность B_0 и содержащей количество информации I_0 , с продолжением ввода управляющей информации I_y (часть ее вводится людьми, другая часть автоматическими устройствами) по экспоненте происходит наращивание эффекта системы \mathcal{E} .

Примечательность этой зависимости состоит в том, что по мере усложнения системы управления и «накачивания» ее управляющей информацией эффект \mathcal{E} системы ожидаемо увеличивается, но с течением времени дополнительно приращаемый эффект системы (верхняя ветвь кривой на рис. 1) начинает уменьшаться, что побуждает принимать взвешенное решение по пределу экономически целесообразного развития системы. Для автоматизированного управления предприятием отсюда вытекал непреложный вывод: с точки зрения термодинамики и статистической физики в экономической системе сохраняется неустранимый полностью хаос и закономерность его монотонного уменьшения посредством наполнения системы управляющей информацией вводит ограничения на модернизацию экономической системы при заданных ее ресурсах. Тем самым соблазн стремления к максимальному эффекту деятельности предприятия таит в себе риск переусложнения его системы управления и относительного снижения темпа приобретаемого эффекта ее функционирования.

По замыслу академика В.А. Трапезникова отношение достигнутого

эффекта \mathcal{E} к ее максимально возможной величине \mathcal{E}_{\max} ($\mathcal{E}/\mathcal{E}_{\max}$) оценивает результативность управления или уровень совершенства управления U_y , а вместе с уровнем совершенства U_c системы, – уровень U используемых в ней знаний определяется произведением U_c и U_y , т.е. $U = U_c U_y$ [6, с. 51]. Вообще говоря, информационная концепция академика В.А. Трапезникова стала источником ряда значимых результатов для понимания динамики и устойчивости поведения производственных систем в возмущенных средах [7].

К тому же информация не только передается по сетям и хранится на носителях, но и материализуется в предметах и средствах труда в виде воплощенных в них знаний. Следуя этому подходу, профессор Е.И. Попов и доцент Н.А. Гришина показали: конструктивные особенности изделия, его деталей и узлов полностью определяют технологический процесс и его обеспечение, а значит, «комплекс состояний производственного процесса, порождаемый структурой и динамикой последнего, находит свое отображение в логической структуре изделия» [8, с. 35]. Так, по ней можно оценить величины, пропорциональные максимальной энтропии производственной системы, и рационализацией этой структуры изделия добиваться совершенствования организации производства.

С обобщением теоретического материала и практического опыта создания АСУП становилась актуальной задача унификации и типизации этих систем, в связи с чем ОНИЛ АСУП ИПИ приступила к классификации и разработке типовых проектов подсистем и АСУП в целом, которые были приняты к внедрению в Главном информационно-вычислительном центре Министерства электротехнической промышленности СССР. Были продолжены научные исследования по гомеостатике и развитию адаптивных свойств систем

управления для выбора и настройки проектов внедряемых АСУП в аспекте удовлетворения критериям адекватности средовым характеристикам и эффективности функционирования АСУП.

Казалось, возмущаемая случайными воздействиями экономика и принятие решений в условиях неполноты информации с неизбежностью подводили к замыслу насыщения диссертационных работ вероятностными моделями. Но прозорливый системщик, Евгений Иосифович дал «зеленый свет» на применение в алгоритмах управления производством еще «юной» и далекой от всеобщего признания в научном сообществе амбициозной теории нечетких множеств [9, 10]. Как научный руководитель моей кандидатской диссертации, он мог вполне аргументированно настаивать на использовании в ней формализмов теории вероятностей, которой он был привержен и как маститый гуру легко оперировал ее математическими выкладками. Идеи же нечетких множеств привлекали тем, что позволяли переводить на математический язык рассуждения экспертов и своими приложениями продвигали решение заманчивой задачи создания систем искусственного интеллекта [11].

Притягательность аксиоматики нечетких множеств состоит в введении лингвистических переменных, способных передать оттенки субъективных суждений человека на естественном языке и тем самым восполнить дефицит плохо измеряемой качественной информации в технологиях управления производственным менеджментом предприятий. Привлечение такого инструментария открывает возможности построения алгоритмов обработки эвристической информации и моделирования планов производства, который будет содержать в себе уже как формализуемые, так и игнорируемые обычно трудно «цифруемые» сведения. С другой стороны, включение знаний экспертов в математические модели повышают не только их обоснованность и практичность, но и

доверие к ним со стороны персонала служб предприятий.

В частности, известная в менеджменте проблематичность принятия решений вызвана принципиальной неопределенностью будущего поведения субъектов рынка, диктующая необходимость применения теории нечетких множеств для разработки планов обеспечения устойчивости промышленных предприятий [12]. Лингвистическая переменная «устойчивость», например, может иметь лингвистические значения «низкая», «пониженная», «умеренная», «достаточная», «высокая» и другие. И поскольку границы между этими значениями носят размытый характер, то и описывающие их множества также лишены строгих очертаний и по существу своему являются нечеткими и напоминают «человекоподобный» стиль общения. В результате моделируемое решение аккумулирует в себе не только количественные, но и качественные знания, и потому полнее соответствует информационному «разряжению» процесса планирования деятельности предприятия.

В постулатах этой теории при поиске управленческого решения стирается грань между задаваемыми целями и ограничениями, образующих пространство допустимых решений. Тогда нахождение решения проводят в пространстве расплывчатых целей и ограничений и пересечение тех и других дает искомое нечеткое решение (альтернативы x с функцией принадлежности μ) в виде размытого множества [13] (рис. 2).

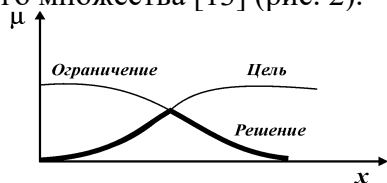


Рис. 2. Нечеткое решение в пространстве пересечения цели и ограничения [13, с. 149]
Figure 2. Fuzzy solution in the space of intersection of the goal and the constraint [13, p. 149]

Так, цель промышленного предприятия может выражаться следующим расплывчатым образом: «Занимать более или менее значительную долю на рынке выпускаемой продукции» или «Сохранить достаточную конкурентоспособность изготавливаемой продукции». Аналогично и накладываемые в задаче ограничения могут иметь нечеткую формулировку: «Получаемый доход или прибыль не должны сильно снижаться» или «Не допускать большой перегрузки работы персонала». Найденное в этой неопределенной ситуации решение будет то же размытым, что и отвечает ожиданию управленческого персонала. Полагаем, такой подход лучше всего отражает психологический склад аналитиков, склонных часто оперировать эвристическими оценками и в условиях неполноты информации вынужденных полагаться не на точные, а приближенные решения.

Немаловажно и то, что выстроенные в хронологическом порядке, модели планирования дискретного производства в отличие от жестких традиционных экономико-математических моделей вместе с тем раскрывают тенденцию постепенного отхода от строгости выполнения ресурсных ограничений и наращивания гибкости плановых методов [14]. Если в первых из них имели право на существование лишь недогрузки оборудования относительно располагаемого фонда времени, а перегрузки не допускались совсем, то предложенные позже подходы уже больше соответствовали действительности, так как учитывали и те, и другие показатели.

Действительно, неравенство или равенство (\leq , \geq , $=$) в ресурсном ограничении $g_j(x) \leq 0$, $j = 1, 2, \dots, m$ всегда оставалось «непреклонным» и исключало любую возможность его нарушения в ходе моделирования. Однако в реальном планировании производства порой уместно ослабить их строгость и разрешить приближенное выполнение этих неравенств

или равенств. Практически это выразалось бы в том, что ограничения в этом методе были бы «смягчены»: неперевышение (\leq) объема ресурса допускало при необходимости «перерасход» его, ограничение снизу (\geq) – снижение показателя за этот порог, а равенство ($=$) выдерживать приближенно. При этом по понятной причине степень «размытости» ограничений не может выходить за фиксируемые пределы и должна быть величиной регулируемой.

Такой метод гибкого планирования дискретного производства может быть реализован с помощью аппарата теории нечетких множеств, в рамках которой оптимизационная задача формулируется следующим образом [15]. Пусть заданы:

система неравенств

$$g_j(x) \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, m;$$

$$x \equiv (x_1, x_2, \dots, x_n) \in R^n$$

и вектор весовых коэффициентов

$$\Lambda \equiv \{\lambda_j\}_{j=1}^m, \text{ для которого выполняется}$$

$$\text{правило нормировки } \sum_{j=1}^m \lambda_j = 1,$$

где λ_j - количественная оценка

важности неравенства $g_j(x) \leq 0$.

Тогда размытым решением этой системы неравенств называется нечеткое множество

$$M_{\Lambda}^{\alpha} \equiv \{(x, \mu_{\Lambda}(x)) \mid \mu_{\Lambda}(x) \geq \alpha\},$$

в котором $\mu_{\Lambda}(x) \in [0, 1]$

интерпретируется как степень удовлетворения элемента x этой системе неравенств. А величина α представляет собой скаляр $\alpha \in (0, 1]$, который играет роль параметра гибкости модели и, изменяя ее, можно задавать степень соответствия элемента x системе неравенств $g_j(x) \leq 0$.

Посредством этого удается регулировать меру «размытости» ресурсных ограничений и находить компромиссное решение, отвечающее эвристическому процессу

оптимизации плана производства предприятия.

Словом, исторически и логически научно-исследовательская деятельность разработчиков АСУП продуцировала технологии управления со встроенными инструментами интеллектуализации принимаемых решений. В результате расширения массивов вовлекаемой в алгоритмы и количественной, и качественной информации и ее семантической интеграции [16] повышаются функциональность и «дружественность» математических моделей менеджмента. Тем самым достигается придание им «человекоподобного» стиля выполнения практических задач, продвижение и модернизация средств компьютеризации управленческих процессов.

Заключение

Эволюция создания систем управления предприятиями от первых АСУП до наукоемких технологий производственного менеджмента раскрывает закономерности их разработки и наращивания знаний информационно-интеллектуальной среды принятия решений с обогащением арсенала менеджеров моделями нечеткого управления. Адекватные неполноте информации и возрастающей экономической динамике, они позволяют моделировать процессы управления во всем спектре доступной информации, отвечая особенностям мышления менеджеров и традиции оперировать как точными, так и приближенными оценками. Отмечая весомый вклад профессора Е.И. Попова и его научной школы в теорию разработки и практику внедрения АСУП, убеждаемся в плодотворности его концепции и проектов развития информационного обеспечения и роста эффективности систем управления перед лицом становления новых технологических укладов и формирования экономики знаний.

Библиографический список

1. Глушков В. М. Введение в АСУ. Киев : Техніка, 1974. 320 с.
2. Shannon C. E. A Mathematical theory of communication // Bell System Technical Journal. 1948. Т. 27. С. 379–423.
3. Попов Е. И. Вероятностная модель однопродуктового совершенного рынка // Проблемы равновесия и устойчивости в экономических и социальных системах : Сб. науч. тр. Новосибирск : Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. С. 76–94.
4. Замятин И. В., Чупров С. В. Метод расчета производственной мощности на предприятиях с крупносерийным и массовым типом производства // Пути повышения эффективности использования основных производственных фондов машиностроения Иркутской области : Тез. докл. науч. – техн. конф. Иркутск, 1979. С. 24 – 26.
5. Замятин И. В., Сольский Б. В., Чупров С. В., Шиганин В. Ю. Принципы построения подсистемы технико-экономического управления АСУ Минусинским электротехническим промышленным комплексом // Повышение эффективности и интенсификации промышленного производства : Тез. докл. краевой науч. – практ. конф. Красноярск, 1984. С. 94 – 95.
6. Трапезников В. А. Управление и научно-технический прогресс. М. : Наука, 1983. 224 с.
7. Chuprov S. V. Knowledge in the model of dynamics and stability of an industrial enterprise // Northern Sustainable Development Forum 2020 SHS. Web of Conferences. 2021. № 112, 00034. https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/abs/2021/23/shsconf_nsdf2021_00034/shsconf_nsdf2021_00034.html.
8. Гришина Н. А., Попов Е. И., Сатановский Р. Л. Развитие эффективной организации и управления производством. Иркутск : ИПИ, 1991. 59 с.
9. Zadeh L. A. Fuzzy sets // Information and Control. 1965. Т. 8. С. 338 – 353.
10. Zadeh L. A. The Concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. Parts 1 // Information Sciences. 1975. Т. 8. С. 199 – 249.
11. Аверкин А. Н., Батыршин И. З., Блишун А. Ф., Силов В. Б., Тарасов В. Б. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д. А. Поспелова. М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 312 с.
12. Чупров С. В. Нечеткие множества в алгоритмах управления устойчивостью производственных систем // Математическое моделирование в экономике и управлении : Сб. науч. тр. ; редкол. : В.Н. Соколов (отв. ред.) [и др.]. СПб. : СПбГИЭУ, 2006. Вып. 1. С. 39 – 50.
13. Bellman R. E., Zadeh L. A. Decision-making in fuzzy environment // Management Science. 1970. Т. 17, №4. С. 141–164.
14. Чупров С. В. Методы гибкого планирования дискретного производства в управлении устойчивостью предприятия // Вестник Иркутского регионального отделения АН ВШ России. 2003. № 1(2). С. 44 – 56.
15. Шер А. П. Решение задачи математического программирования с линейной целевой функцией в размытых ограничениях // Автоматика и телемеханика. 1980. №7. С.137–143.
16. Хитрова Т. И. Интеграция информационных ресурсов // Известия Иркутской государственной экономической академии (Байкальский государственный университет экономики и права. 2010. №5. С. 286 –289.

Поступила в редакцию – 13 января 2023 г.

Принята в печать – 02 февраля 2023 г.

Bibliography

1. Glushkov V. M. (1974). Vvedenie v ASU. Kiev: Tekhnika, 320 s. (In Russ.)
2. Shannon C. E. (1948). A Mathematical theory of communication // Bell System Technical Journal, 27, S. 379–423.
3. Popov E. I. (1999). Veroyatnostnaya model' odnoproductovogo sovershennogo rynka // Problemy ravnovesiya i ustojchivosti v ekonomicheskikh i social'nyh sistemah: Sat. scientific tr. Novosibirsk: Science. Sib. Enterprise of the Russian Academy of Sciences, S. 76–94. (In Russ.)
4. Zamyatin I. V., Chuprov S. V. (1979). Metod rascheta proizvodstvennoj moshchnosti na predpriyatiyah s krupnoseriynym i massovym tipom proizvodstva // Puti povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya osnovnyh proizvodstvennyh fondov mashinostroeniya Irkutskoj oblasti: Tez. report scientific - tech. conf. Irkutsk, S. 24 – 26. (In Russ.)
5. Zamyatin I. V., Solsky B. V., Chuprov S. V., Shiganin V. Yu. (1984). Principy postroeniya podsystemy tekhniko-ekonomicheskogo upravleniya ASU Minusinskim elektrotekhnicheskim promyshlennym kompleksom // Povyshenie effektivnosti i intensivizatsii promyshlennogo proizvodstva: Proc. report regional scientific - pract. conf. Krasnoyarsk, S. 94 – 95. (In Russ.)
6. Trapeznikov V. A. (1983). Upravlenie i nauchno-tekhnicheskij progress. M. : Nauka, 224 s. (In Russ.)
7. Chuprov S. V. (2021). Knowledge in the model of dynamics and stability of an industrial enterprise // Northern Sustainable Development Forum 2020 SHS. Web of Conference, 112, 00034.
8. Grishina N. A., Popov E. I., Satanovsky R. L. (1991). Razvitie effektivnoj organizatsii i upravleniya proizvodstvom. Irkutsk: IPI, 59 s. (In Russ.)
9. Zadeh L. A. (1965). Fuzzy sets // Information and Control, 8, S. 338 – 353.
10. Zadeh L. A. (1975). The Concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. Parts 1 // Information Sciences, 8, S. 199 – 249.
11. Averkin A. N., Batyrshin I. Z., Blishun A. F., Silov V. B., Tarasov V. B. (1986). Nechetkie mnozhestva v modelyakh upravleniya i iskusstvennogo intellekta / Ed. D. A. Pospelov. M. : Nauka. Gl. red. fiz.-mat. lit., 312 s. (In Russ.)
12. Chuprov S. V. (2006). Nechetkie mnozhestva v algoritmah upravleniya ustojchivost'yu proizvodstvennyh sistem // Matematicheskoe modelirovanie v ekonomike i upravlenii / V.N. Sokolov (responsible ed.) [and others]. SPb.: SPbGIEU, Issue. 1, S. 39 – 50. (In Russ.)
13. Bellman R. E., Zadeh L. A. (1970). Decision-making in fuzzy environment // Management Science. T. 17, № 4, S. 141–164.
14. Chuprov S. V. (2003). Metody gibkogo planirovaniya diskretnogo proizvodstva v upravlenii ustojchivost'yu predpriyatiya // Vestnik Irkutskogo regional'nogo otdeleniya AN VSH Rossii, 1(2), S. 44 – 56. (In Russ.)
15. Sher A. P. (1980). Reshenie zadachi matematicheskogo programmirovaniya s linejnoy celevoj funkciej v razmytyh ogranicheniyah // Avtomatika i telemekhanika, 7, S. 137–143. (In Russ.)
16. Khitrova T. I. (2010). Integratsiya informacionnyh resursov // Izvestiya Irkutskoj gosudarstvennoj ekonomicheskoy akademii (Bajkal'skij gosudarstvennyj universitet ekonomiki i prava, 5, S. 286–289. (In Russ.)

Received for publication - January 13, 2023.
Accepted for publication - February 02, 2023.