

Концепция [сбалансированной системы показателей \(ССП\)](#) впервые была разработана не в трудах американцев Роберта Каплана и Дейвида Нортона в начале 90-х годов, а отечественными учеными [Григорием Ваганяном](#) и [Виталием Львовым](#) под руководством [Александра Антоновича Гусакова](#) в конце 70-х, начале 80-х годов в Москве.

Статья посвящается памяти выдающегося советского ученого, профессора, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки РФ, академика [Александра Антоновича Гусакова](#), директора ЦНИПИАСС Госстроя СССР (1975-1982), декана [специального факультета МИСИ\(МГСУ\)](#).

## Оглавление

[Введение](#)

[Интерактивные системы управления - предтеча системы сбалансированных показателей управления](#)

[Основные научно-методологические разработки](#)

[Интерактивная системы управления для задач строительного производства и социально-экономическими процессами](#)

[Концепции системы сбалансированных показателей](#)

[Дополнительные материалы по теме](#)

[Понятийный аппарат и система показателей-индикаторов](#)

[Методика организации решения задач управления в интерактивном режиме](#)

[Справка](#)

[В книге "Компьютерная \(машинная\) графика в управлении"...](#)

[Заключение](#)

[Список основных трудов по теме](#)

[Гусаков Александр Антонович](#)

Многие специалисты и менеджеры за рубежом, особенно в России считают, что теоретические основы концепции **сбалансированной системы показателей (ССП)** впервые были разработаны в трудах американцев Роберта Каплана и Дейвида Нортон в начале 90-х годов.

Ее апробировали в ряде организаций, и к концу декабря 1990г. был подведен итог проделанной работы. На основании полученных данных эту систему признали уникальной и позволяющей интегрировать финансовые (количественные) и нефинансовые (неколичественные) показатели эффективности хозяйственной деятельности.

Манифестом новой теории и нового управленческого подхода стала статья "The Balanced Scorecard - Measures that Drive Performance" ("Сбалансированная система показателей - показатели, ведущие к эффективности"), опубликованная в 1992 г. в журнале "Harvard Business Review", открывшей бизнесу информационной эры пути к совершенствованию и оптимизации правил традиционной экономики. Д. Нортон и Р. Каплан оба инженеры-электромеханики по образованию.

Однако это мнение не соответствует действительности. В конце 70-х годов в ЦНИПИАСС-е Госстроя СССР (ЦНИИПроект, г. Москва) под руководством профессора, доктора технических наук, А. А. Гусакова была выдвинута концепция интерактивной системы управления, основанной на **методологии интерактивного графического моделирования и управления**, разработанной старшим научным сотрудником, к. т. н. **Г. А. Ваганяном** и зав. лабораторией машинной графики, к. т. н. В. А. Львовым.

Основой для разработки отечественной концепции явились: теория и практика **системотехники строительства** (А. А. Гусаков). Теоретический базис системотехники строительства был основан на теории функциональных систем академика П. К. Анохина, 1932-1933гг., имеющей биологическое происхождение.

Главным в концепции является положение теории функциональных систем о том, что именно **конкретный результат (целевая функция) функционирование системы** (системы управления) **является системообразующим фактором**. Именно результат как системообразующий фактор требует переориентации всех решений, которые, как правило, принимаются без подчинения их достижению конечного результата.

При моделировании и проектировании теория функциональных систем позволяет провести оценку адекватности модели (организации, предприятия, компании) результативности организации, планов, программ, персонала управления, самих управленческих решений. Важное место в методологии **интерактивного управления** было уделено поиску новых алгоритмов измерения неколичественных (нефинансовых показателей или нематериальных активов), а также разработке простых, наглядных и доступных технологий интеллектуализации управления (моделирования бизнес процессов, работ, планов, проектов, программ) на основе методов и моделей многокритериальной оптимизации, пригодных для массового применения на всех уровнях управления.

## **Интерактивные системы управления - предтеча систем сбалансированных показателей управления**

Целью работы, получившей название "Исследование возможностей применения машинной (компьютерной) графики в управлении и планировании" было создание интерактивной графической системы моделирования управления на основе взаимосвязанной системы промежуточных и конечных показателей-индикаторов, с помощью которых будут измеряться и оцениваться количественные (стоимостные, финансовые) и неколичественные ключевые показатели (эффективность, надежность, качество, непрерывность, ритмичность и т.д.) по степени отражения (достоверности, компактности) результата функционирования.

Иерархия подсистем (структурных элементов, подразделений, отделов, департаментов) должна формироваться как иерархия результатов, что открывает способ и механизм соединения иерархических уровней. Система обычно состоит из неоднородных элементов подсистем, каждый из которых несет свою функциональную и специфическую нагрузку в достижении результата (цели). За этой внешне простой теории функциональных систем лежала необходимость переосмысления и изложения в терминах результатов все известные понятия теории и практики управления, создания нового направления системотехники управления.

Весьма плодотворным "результативный" взгляд оказался в управленческих системах, где сложность иерархии, множество целей, несоподчиненность и ненадежность стоимостных и нестоимостных (материальных и нематериальных активов, финансовых и нефинансовых показателей) критериев по отдельным подсистемам делают весьма актуальным достижение конечного результата по многим показателям. При данном подходе значительно облегчаются и получают практическое руководство такие этапы проектирования систем управления, как декомпозиция ее на элементы (подсистемы) и определение связей (степени свободы) между элементами. Однако это разделение и учет неформальных показателей, условий неопределенности, как известно, является прерогативой творчества, искусства и интуиции управленца, менеджера, персонала управления. В терминах результата, а также эффективности декомпозиция системы может производиться только на такие элементы и с такими степенями свободы, которые содействуют достижению заданного результата. Все другие элементы и связи неправомерны и не должны иметь места в системе. Отбрасывая, таким образом, несущественные для достижения результата элементы и связи, мы получаем методологию формирования обоснованной структуры системы (организации, предприятия, компании).

Теория функциональных систем позволило по новому подойти к выбору внешней иерархии и внутренней архитектоники системы приемлемой не только в рыночных условиях и конкурентной борьбы, но и в плановой системе. Без учета неформальных показателей (опыта, интуиции, знаний и др.) невозможно оптимизировать (сбалансировать) стоимостную деятельность организации, обеспечить высокую надежность результатов, достичь поставленных целей. Ведь коммерческие и некоммерческие системы (организации, концерны, холдинги, компании, ТНК) по своей

внутренней архитектонике гетерогенны, т.е. состоят из неоднородных элементов, каждый из которых несет свою функциональную и специфическую нагрузку в достижении результата.

Приобретает методологическую конкретность в терминах результата **"триада"** постановки задач управления; цель – критерий - ограничения. **Цель** - это заданный результат, **критерий** - это признак, по которому определяется соответствие этому результату, **ограничения** - это степень свободы, необходимая для достижения результата. Условившись о единстве результата или иерархии результатов, получаем стройную классификацию задач управления, технологии решений которых доступны с помощью интерактивных систем (новых когнитивных виртуальных технологий управления).

При этом структуры систем, состав элементов, качество и количество связей между элементами, необходимые исходные, входные и выходные данные - все эти атрибуты системотехнического подхода не могут и не должны быть жесткими, а наоборот, должны обладать гибкостью перестройки, интерактивностью во имя достижения результата. Поэтому в системах управления (относящихся к классу функциональных систем) должен быть надежным один элемент – результат. Все же остальные могут быть и должны быть способны перестраиваться и изменяться по ходу функционирования системы, если это необходимо для достижения результата.

В управленческих системах термин "надежность" должен применяться не только к результату деятельности системы. Определение надежности в терминах результата предполагает в необходимых случаях для обеспечения заданной надежности провести реинжиниринг системы и функциональную подмену одних элементов (ненадежных, отказавших) другими элементами, выполнявшими ранее другие функции.

Именно благодаря **теории функциональных систем и системотехники строительства**, была сформирована научная **концепция интерактивного управления и проектирования диалоговых систем управления по результатам (целям)**. На основе измерения и оценки промежуточных и конечных индикаторов (критериев), с учетом формальных и неформальных (качественных) факторов (оптимизирующих, балансирующих формальные индикаторы) авторы перешли от методологии вообще к методологии дела. Изучение принципов и возможностей, техники и технологии нового направления в компьютерных науках - **компьютерной графики** (под руководством В. Львова, пионера разработки прикладных систем компьютерной графики в СССР) позволило объединить три научно-практических направлений и обеспечить синергетический эффект.

Качество управленческих решений, надежность систем управления, ориентированных на результат, при использовании интерактивных моделей визуализации, диалогового исследования, многокритериальной оптимизации, построения образов эталонных, типовых ситуаций и прецедентов и соответствующих схем и карт решений, существенно повышается. Было доказано, что традиционные управленческие стоимостные и учетные показатели давали не адекватную устаревшую, незаконченную, не полную картину результатов деятельности. Они не способствовали эффективному

достижению целей, вели к дополнительным затратам перерасходу ресурсов, снижали надежность принимаемых решений.

Впервые были разработаны и предложены: **новые интерактивные технологии управления, включающие систему ключевых показателей эффективности, стоимостных и нестоимостных показателей - индикаторов, инвариантный понятийный аппарат ведения бизнеса, упрощающий управленческий язык и др.**

Г. Ваганяну (по образованию инженер-электромеханик) в 1981г. была присуждена ученая степень кандидата технических наук по специальностям: 05.13.06 - Автоматизированные системы управления и переработки информации и 05.13.12 - Системы автоматизации проектирования. Концепции системотехники интерактивного управления социально-экономическими процессами посвящена его докторская диссертация **“Методология разработки и использования диалоговых графических моделей в управлении социально-экономическими процессами”**, Академию общественных наук при ЦК КПСС, Москва. Научные консультанты: доктор экономических наук, профессор Р.А. Белоусов, зав. кафедрой управления социально-экономическими процессами и доктор философских наук, профессор А.С. Кулагин, директор УНИВЦ. Г. Ваганяну в 1991 г. была присуждена ученая степень доктора экономических наук по специальности 08.00.05.

**Перечислим основные научно – методологические разработки - новации и преимущества, которые легли в основу фундамента предлагаемой концепции:**

- теория функциональной системы, методология процессно-ориентированного, целенаправленного управления,

- методология интерактивно-графической системы управления, планирования и проектирования, нового инструмента стратегического и оперативного управления,

- классификация, систематизация базы инвариантных, диалоговых, взаимосвязанных модульных план-графиков, графических моделей, технологических и стратегических технико-экономических гиперповерхностей, интерактивных карт - индикаторов управленческих решений, представляющих приборную панель - когнитивное визуально-образное пространство управленческих решений в форме наглядных портретов, отслеживающих оптимальные траектории достижения стратегических целей, мобильных точек и гиперповерхностей в системе однородных координат. Интерактивная приборная панель, подверженная преобразованиям, позволяет менеджерам легко распознать, оценить адекватно ситуации, быстро конструировать многокритериальные варианты решений, обосновать выбор и убедить в правильности принятого решения, как вышестоящее руководство, так и нижестоящий персонал управления. При этом пользователи системы управления на своих моделях видят как отдельные элементы структуры, различные подразделения, сотрудники влияют на успех планов, проектов, программ, на критерии достижения конечной цели и одновременно могут своевременно внести коррективы в ход оставшихся работ,

- инструментарий многокритериального формирования и выбора стратегических решений и путей (схем) краткосрочного и долгосрочного развития,

- диалоговые измерители достижения целей бизнес - процессов, задач, планов, программ, заданных на эталонных индикаторах, подключающих интеллектуальную подсистему - базу типовых решений и технологий

- диалоговая система анализа и синтеза бизнес - процессов, прямого и обратного методов моделирования (постановка целей, задач, построение планов, проектирование и организация работ (событий), оргпроектирования, контроля (формирования банков типичных, стандартных и нестандартных решений), интерактивной визуализации многоуровневых графических индикаторов, в том числе, качеств управленческого персонала и т.д.),

- технология симбиоза формализованных и неформализованных процедур, расчетов, показателей, основанных на интуиции, опыте, знаний руководителей, персонала управления на входе, в процессе и на выходе цепи управления,

- графические методы ЛОБ (линия баланса - line of balance), портретные формы метода критического пути, когда каждый проект, комплекс планов, задач, работ, событий, бизнес - процессов определяется двумя характеристиками - видом выполняемой работы (процесса), исполнителем и отпущенными на нее ресурсами (как правило "время-стоимость"). Этот метод называют по прошествии почти 20 лет методом критических цепочек - третьей революцией в управлении проектами,

- ключевые показатели результативности управления, роста и развития компаний: цена управления, качество цели и задач, решений, планов, проектов, программ, критерии оптимальности бизнес - процессов, экономичность и эффективность решений. Выявлены графические формы интерпретаций эталонных показателей результативности, ускорения, устойчивого развития, а также стабильного роста, траекторий сбалансированного движения, наглядных и доступных, портретных моделей оптимальных распределений ресурсов, например, по принципу безрезервного календарного плана или плотной упаковки бизнес - процессов),

- принципы и диалоговые модели оптимизации бизнес - процессов, сетевых и линейно-сетевых графиков, управления эффективностью с помощью причинно-следственных диаграмм, карт хода работ и операций, знаков Варзара, документограмм, треугольников Кнеппеля, клеточных социограмм, сравнительных картограмм и картодиаграмм когнитивной визуализации, стимулирования творческого мышления, интеллектуализации субъекта и объекта управления.

**С учетом вышеизложенного была впервые создана и применена интерактивная система управления.**

Эти системы управления обеспечивали руководителей, всему управленческому персоналу эффективными и наглядно-образными инструментами мотивации и управления. Каждый сотрудник организации мог видеть различные управленческие процессы, как на макроуровне, так и на микроуровне с помощью взаимосвязанной системы визуальных моделей стоимости, полезности, ценности, качества, надежности, ритмичности, непрерывности, равномерности, сбалансированности и др. в новых простых графических формах, имеющих прямое отношение к его деятельности.

При этом предлагаемые инструменты позволяли грамотно формировать и разрабатывать стратегические цели, планы, программы и задачи, как на двумерной, так и на трехмерной плоскости - стратегической портретной карты, наглядно отражающей функциональные распределения ресурсов (в том числе, на различных этапах и уровнях управления) с точки зрения распределения оценочных индикаторов (близких к эталону) по траектории достижения цели.

**Интерактивное управление социально – экономическими процессами** охватывало два блока показателей: традиционные, экономические (материальные активы, показатели бухгалтерских отчетов) и социальные, качественные, не поддающиеся строгой количественной оценки, например, знания, умения и навыки, характеризующие социальный, человеческий фактор, психологические и культурные особенности (триады личностных, деловых и политических качеств персонала, населения, уровень образования, интеллектуальный потенциал, демографические факторы). Методы и модели управления человеческими ресурсами и оптимизации организационного проектирования до сих пор не имеют зарубежных аналогов, но не используются в практике управления.

**В предложенной зарубежными учеными и специалистами (Робертом Капланом и Дейвидом Нортоном) "концепции системы сбалансированных показателей" отсутствует:**

а) Разграничение между некоторыми понятиями, например, система стратегического управления и система показателей для стратегического управления.

б) Инвариантный единый понятийный аппарат, пригодный для задач управления, как бизнесом, так и социально-экономическими процессами. Система оценок, критериев - не полная. Более того, методика сбалансированных показателей не соответствует названию, не раскрыта сущность "сбалансированных показателей", не предлагаются алгоритмы расчета и ранжирования показателей (выстраивания системы приоритетов, подсчета рангов индикаторов и их отображения). Отсутствует техника использования эталонных показателей. Пользователи не могут экспериментировать, проигрывать в диалоговом режиме взаимосвязи показателей, прочувствовать их синергию и ощутить тенденции и колебания на ранних стадиях от изменения тех или иных факторов, рыночных условий и непредвиденных ситуаций. А это ограничивает элемент роста креативности в постановке новых, нестандартных задач и элемент соревновательности при поиске ответов на новые вызовы.

Не разработаны рекомендации по сравнительному анализу ключевых показателей, по интерпретации индикаторов, по типизации ситуаций, алгоритмизации и поиска типичных и нетипичных решений. Они оставлены на удел самих руководителей, пользователей ССП от компетенции которых зависит эффективность и качество интерпретации результатов оценок и решений.

Не разработана идеология выбора и построения эталонных форм ключевых показателей будь это диаграмма, график или гистограмма, оперограмма, оргаграмма или документограмма, картограмма или социограмма, линия баланса показателей социально – экономических, технико – экономических или бизнес - процессов.

Ограничен охват визуальных форм и моделей представления ключевых показателей, нет инструмента иерархизации, отсечения малозначущих индикаторов и самостоятельного построения их новых форм.

Не разработана методика систематизация и классификация моделей – индикаторов. Не проработаны концептуальные вопросы и технологии проектирования единого информационного когнитивного пространства (приборной панели) для тотальной визуализации процессов стратегического управления и массового использования интеллектуального потенциала, как субъектов, так и объектов управления.

И самое главное, не разработана технология по формированию и оценке стратегических целей. Не используется понятие цена управления. Авторы ССП отмечают, что она не может помочь тем, у кого не сформированы стратегические цели. На самом деле от правильной постановки, оценки и выбора стратегической цели, ее качества и эффективности, более того экономичности, а также расчета цены управления (и цены реинжиниринга) зависит конечный успех организации в условиях конкуренции.

И как следствие российские компании, владеющие так же хорошо, как и зарубежные методологией и практикой ССП возможно будут терпеть неудачи в условиях открытой конкуренции с ними, поскольку не обучены креативным технологиям формирования и оценки целей, а также эвристическим методам формирования эффективных мобильных творческих групп и коллективов, оптимального оргпроектирования внутренних и внешних связей, с клиентами, умению строить комбинации их качеств, с учетом предельных состояний естественных и искусственных мотиваций организации совместной, синхронной, целенаправленной и высокопроизводительной деятельности, генерирующих будущие цели и задачи (в том числе конкурентов), а также эффективные пути для их достижений.

Разработчики программных комплексов, реализующих ССП, как правило, не являются авторами методологии, и, не будучи специалистами в области теории и практики управления при создании программ упускают из поля зрения важные особенности. Например, возможности дополнения их модулями измерения интеллектуального капитала, индекса экономики знаний, интерактивного моделирования качеств персонала управления и т. д.

С другой стороны сами авторы, будучи не специалистами в области информационных технологий, при тестировании компьютерных программ ССП не замечают их недостатки, упущенные возможности. В системе сбалансированных показателей методологические недостатки и нерешенные проблемы не позволяют построить единую инвариантную гиперсистему стратегического управления, пригодную в экономике знаний, в управлении инновационной деятельностью и интеллектуальным капиталом.

**ССП Роберта Каплана и Дейвида Нортон - в определенной степени пригодное российским условиям решение по интеллектуализации управления, но без интеллектуализации функций целеполагания.** Это важный шаг к повышению эффективности управления, но не достаточный, поскольку почти не развивает



стратегическое управленческое мышление с одной стороны, с другой стороны нарушает принцип равенства в компетенции зарубежных и российских компаний (особенно в части R&D, измерения и оценки индекса знаний, интеллектуального капитала российских коммерческих и некоммерческих предприятий и их конкурентов в условиях экономики знаний), государственных структур, городов и регионов, инвестиционных компаний.

Современные и будущие вызовы глобальной экономики, необходимость развертывания национальной инновационной системы, инфокоммуникационной инфраструктуры, виртуальных офисов и Интернет представительств, обострение конкурентной борьба за рынки в условиях ограниченности ресурсов, интенсификация воспроизводства новых технологий и знаний, интеллектуализация стратегического управления, массовая разработка простого и доступного управленческого инструментария, обеспечение интерактивного доступа гражданского общества к управлению предопределяют необходимость создания и применения более адекватных и полных, универсальных управленческих моделей и технологий, симбиоза функционально более развитых систем, позволяющих проектировать самостоятельно необходимое множество показателей, вести измерение и оценку интеллектуального капитала, рассчитать индексы знаний, экономики знаний и другие показатели.

Использование не полных алгоритмов управления и функционально ограниченных систем для оценок, если и способствуют росту конкурентоспособности отечественных предприятий в масштабе страны, но никак не в мировой экономической системе. Трансфер не адекватных российским условиям, культуре, менталитету, традициям технологий не может успешно решить задачу совершенствования управления в масштабе всей страны. Одно дело экспортировать технологии управления и сертифицировать соответствующие программные комплексы у авторов концепции, другое дело создавать современные управленческие центры, национальные программные продукты и обеспечить массовое их распространение.

**Анализ и изучение особенностей управления в СССР и за рубежом в условиях компьютеризации с середины 70-х до 80-х годов позволило выявить основные пути повышения эффективности управления.**

Отмечено было, что одна из нерешенных проблем состоит в том, что автоматизируются, как правило, существующая **технология управления**, что не всегда приводит к положительным результатам. **Задача же состоит в том, что чтобы разрабатывать новые технологии, алгоритмы управления, в основу которых будут заложены процессы, поддающиеся автоматизации.** По существу - самое главное - это проблемы диалога, поскольку весь процесс автоматизированного управления представляет специальным образом организованный диалог.

Во многих задачах управления возникают непреодолимые трудности алгоритмизации процесса принятия оптимальных решений в условиях непреодолимости, из-за отсутствия четких критериев и многокритериальности задачи. Так, при принятии решений, кроме количественных факторов (например, финансовых показателей, бухгалтерских расчетов, материальных активов) руководителям приходится принимать во внимание различные психологические, моральные и другие ограничения и обстоятельства, которым бывает трудно приписать какие-либо количественные меры (не материальные активы).

Эффективность решения зависит от наличия информации, которой располагает руководитель, ее качества, наглядности, необходимости, своевременности, надежности, достаточности. При этом специфика управленческой деятельности включает принятие трудноформализуемых решений, требующих творческого эвристического подхода человека.

1. Организации, коллективы предприятий и сами предприятия даже родственные - неповторимы, различаются составом и профессиональной квалификации коллектива людей, в том числе руководителей, критериями и структурой управления, технической и технологической оснащенностью, специфическим наличием узких мест (преимуществ и недостатков).

2. Не обеспечивается (в стратегических схемах и технологии управления) необходимые условия для применения опыта, творческой интуиции человека на этапах постановки целей, контроля, корректировки и ответственной результирующей оценки.

3. В осмыслении проблемы, постановки цели, задачи и их описание в форме доступной для команды - главную роль играет изобретательность человека, за которым сохраняется и ответственность за результат.

Существующие модели сложных процессов управления (инновационная деятельность в условиях конкуренции), хотя и отражают с той или иной степенью адекватности динамизм и вероятность, характер процессов, их организационно-технологические взаимосвязи во времени и пространстве, но тем не менее не достигнута полная формализация задач управления.

В практике управления недостаточно применялось во внимание то, что руководители, управленческий персонал имеют немалый опыт, знания, сложившиеся

методы и даже стиль обоснования решений, но, как правило, у них отсутствуют навыки и знания для работы с автоматизированными системами. И поэтому в практике управления в условиях ужесточенной конкуренции борьбы должны были быть созданы новые технологии для учета неколичественных факторов с целью повышения эффективности управленческих решений, конкурентоспособности.

Один из возможных путей преодоления отмеченных трудностей - является применение интерактивных методов оптимизации. Управление процессом оптимизации осуществляется на основе анализа промежуточных данных (индикаторов отображения промежуточных и конечных результатов оптимизации). Графическое представление определенных промежуточных результатов решений экстремальной задачи будет способствовать лучшему пониманию процесса человеком и, вероятно, поможет в определении экстремума.

Предложены методология (общие принципы использования моделирующих алгоритмов в интерактивном режиме оптимизации) интерактивного управления. Процесс управления расчленяется на этапы, последовательность и состав их использования изменяется в зависимости от класса решаемой задачи, ее постановки, формируемой цели.

Требуется обоснованное распределение функций между человеком и компьютером (программным обеспечением), обеспечение разумного симбиоза для усиления возможностей обоих партнеров. Поэтому автором выдвинута новая концепция автоматизации управления, реализующие новые технологии управления, создание и внедрения интерактивных (диалоговых) графических систем управления. Анализ показал, что организаторам и руководителям, плановым и управленческим работникам в большинстве случаев нужна информация в виде наглядных простых календарных графиков, реально отражающих процесс и место производства, продолжительность работ и необходимые ресурсы, позволяющие оперативно вносить изменения в плановые показатели. Автором была обоснована необходимость в практическом объединении преимуществ систем компьютерной графики с достоинствами графического языка и графического моделирования в задачах управления.

Была проведена классификация графических форм представления управленческой информации, сформирована база (альбом форм модулей-моделей) графических индикаторов для использования в задачах управления. Все графики были подразделены на 8 групп:

- 1) структурные графики, характеризующие организацию, состав объекта (системы управления) и взаимосвязи его частей;
- 2) иллюстративные графики функциональных зависимостей между отдельными параметрами (показателями, индикаторами);
- 3) сравнительные диаграммы;
- 4) динамические диаграммы;
- 5) статистические карты;
- 6) плановые графики;
- 7) сетевые графики;
- 8) смешанные графики.

Автором разработана концепция применения интерактивно - графических методов оптимизации, режимов решения задач управления. Была обоснована необходимость отображения промежуточных и конечных результатов оптимизации управления, для того, чтобы управлять процессом оптимизации на основе анализа промежуточных данных. Был сделан впервые вывод, что графическое представление определенных промежуточных результатов решения задачи управления будет способствовать лучшему пониманию процесса человеком и, вероятно, поможет в определении экстремума (наилучшего варианта решения).

Были разработаны общие принципы использования моделирующих алгоритмов в интерактивном режиме оптимизации\*. Кроме того, были созданы методологические основы проектирования интерактивного графического языка (делового языка) управления, инвариантного к системе управления, понятийный аппарат и система показателей, критериев, промежуточных индикаторов оценки (решений, планов, проектов, программ).

Были предложены универсальные принципы исследования коммерческих и некоммерческих организаций, компаний, фирм, а также социально-экономических и деловых процессов: принципы непрерывности, соответствия и совместимости. Обосновано, что каждому действию или способу действия будет соответствовать определенная одна и только одна кривая (прямая) на плоскости или в пространстве, а множеству решений, характеризующих целенаправленное управление, будет соответствовать определенный графический образ.

---

\* Процесс решения задач управления предложено расчленять на этапы. При этом последовательность и состав использования этапов изменяется в зависимости от класса решаемой задачи, ее постановки, формулируемой цели.

## Понятийный аппарат и система показателей-индикаторов

Для того чтобы эффективно реализовать диалоговые графические методы в различных функциях управления, унифицировать вычислительные процедуры, определить степень адекватности или "вписанности" состояния системы в требуемый или желаемый образ, предлагается соответствующий **понятийный аппарат**. Приведенные ниже оценки не претендуют на полноту охвата всех характеристик системы и могут быть дополнены. Все они имеют наглядную графическую интерпретацию. Это делает их пригодными для практического использования.

Под **целью** будем понимать желаемое состояние, которое, будучи осуществимым, в принципе, не может быть достигнуто на протяжении определенного (планируемого) периода.

**Задача** - это желаемое состояние, которое осуществимо на протяжении планируемого периода. Следовательно, задача - цель, которая осуществляется в определенный период времени.

**Идеал (оптимум или оптимальное состояние)** - состояние, которое недостижимо на практике, но к которому можно беспрестанно приближаться, например, безрезервный календарный план.

**Сценарий** - описание того, каким может стать состояние системы через определенное время.

**Действие (решение)** - единичный поступок человека, направленный на сохранение или получение желаемого состояния.

**Способ действия** - действие, повторяющееся при аналогичных обстоятельствах.

**Принятие решения** - это выбор способа действий из имеющихся альтернатив.

**Политика** - правило выбора действий или решений.

**Затраты** - объем ресурсов (материальных, финансовых, трудовых, интеллектуальных), необходимых для достижения заданного состояния.

**Эффективность задачи** - отношение задачи к цели.

**Рассогласование задачи** - разница между задачей и целью.

**Экономичность задачи** - отношение затрат задачи к затратам цели.

**Полезность задачи** - отношение эффективности к экономичности.

**Рассогласование затрат** - разница между затратами задачи и цели.

**Качество цели** - отношение между целью и идеалом.

**Управленческий результат** - состояние системы, достигнутое в результате действия.

**Результативность действия** - отношение результата к желаемому состоянию.

**Управленческая ситуация** - описание состояния системы.

**Управленческий индикатор** - условно нормализованная форма представления (изображения) управленческой ситуации.

**Управленческая процедура** - совокупность действий.

**Симптом** - отклонение движения системы, ее состояния от принятого типового или нормального.

**Диагноз** - распознавание симптомов.

**План** - упорядоченная совокупность управленческих процедур, ориентированных на решение задачи.

**Программа** - система планов, направленных на достижение цели.

**Управленческая операция** - непосредственно практический акт реализации управленческой процедуры.

**Контроль** - оценка решений после того, как они реализованы.

**Алгоритм управления** - совокупность управленческих процедур.

**Управление** - процесс проектирования желательных состояний и осуществление действий по их достижению.

**Технология управления** - система взаимосвязанных управленческих процедур и операций. **Технология управления** - это современный **инструмент управления**.

Предлагаемый понятийный аппарат и система оценок упрощают язык и процесс разработки моделей управленческих технологий [177], их оптимизацию. Например, один из вариантов технологической цепочки может иметь следующий вид: **Ц** (определение цели) - **УС** (отображение управленческой ситуации) - **С** (выявление симптома) - **Д** (диагноз) - **З** (постановка задачи) - **УД** (действие) - **УР** (отображение управленческого результата).

**Эффективность и экономичность программы** определяются из значений эффективностей и экономичностей составляющих ее планов, которые могут совпадать с аналогичными показателями для соответствующих задач. В рассматриваемых случаях эффективность отождествляется с **целесообразностью**, когда действия или способы действий, в конце концов, приводят к желаемому результату - цели.

При анализе управленческой ситуации руководитель, как правило, определяет и оценивает противоречивые состояния, такие, как, например, несоответствие между "фактическим" и "желаемым" состоянием управляемой системы, которое или явно представлено на управленческом индикаторе или выявляется через дополнительные расчеты. Задача руководителя в последующем принять решение о необходимости перевода системы из действительного состояния в желаемое. При этом дается оценка имеющихся возможностей и ограничений, на основе которых могут быть сгенерированы альтернативные варианты действий.

Допустим в некоторый момент времени  $t=t_1$  оптимальное состояние моделируемой системы, и цель отражаются в пространстве точкой **Ц** (или вектором  $V_{ц}$ ), а задача - точкой **З** (или вектором  $V_z$ ). На основании принятых выше определений имеем: **эффективность задачи**  $\mathcal{E}=V_z/V_{ц}$ ; **рассогласование задачи**  $R_p=V_z-V_{ц}$ ; **рассогласование затрат**  $R_z=Z_z-Z_{ц}$ , ( $Z_z$  и  $Z_{ц}$  - соответственно затраты на задачу и цель); **экономичность задачи**  $\mathcal{E}_k=Z_z/Z_{ц}$ ; **качество цели**  $K=V_{ц}/V_z$ ; **полезность задачи**  $\Pi=\mathcal{E}/\mathcal{E}_k$ .

Чем ближе задача приближается к цели, тем выше эффективность, которая по значению приближается к единице. Эффективность задачи несет информацию о соотношении между задачей и целью, т.е. в какой степени желаемое состояние достигнуто в результате данного действия. Поэтому вопрос о целесообразности того или иного действия может быть решен в зависимости от величины эффективности. Если в момент  $t \leq t_b$

экономичность задачи  $\mathcal{E}_K=1$ , то это означает, что при достижении цели будет израсходовано больше ресурсов, чем запланировано, т.е. налицо будущий перерасход ресурсов. Качество цели определяет степень приближения цели к идеальному состоянию, в принципе недостижимому. С помощью разделения целей и задач становится возможным учитывать соотношение локальных интересов подсистем с целью всей системы.

Для определения политики необходимо рассматривать не только комплекс оценок относительно отношения задачи к цели, но и относительно отношения задачи к задаче. Например, в результате двух действий (или совокупности действий)  $D_a$  и  $D_b$  получаем, что  $\mathcal{E}_a=\mathcal{E}_b$ ,  $\mathcal{E}_{Ka}=\mathcal{E}_{Kb}$  при  $\mathcal{C}_a=\mathcal{C}_b$ . Выбор альтернативы, очевидно, будет зависеть от того:  $K_a$  больше или меньше  $K_b$ ? В случае равенства и этих величин окончательный выбор может зависеть от отношения  $P_a$  и  $P_b$ .

Сущность "движения" системы - ее последовательный переход от одного состояния к другому. Можно сказать, что программа содержит в себе предвидимые состояния в движении системы. Если из нее удастся рассчитать все координаты системы (закон движения), то **программа называется полной**, в противном случае - **неполной**. В этой связи вводится **принцип дополнения**. Всякая неполная программа может стать полной путем постановки дополнительных задач. Характер движения обуславливает протяженность перехода изображающей точки в некотором измерении. Поэтому важными параметрами оценки отношения задачи к задаче являются: **протяженность траектории (расстояние между крайними точками, скорость и ускорение перемещения точки)**. Для сравнения различных состояний системы, степеней отклонения ее траектории от прямолинейной или плоской формы предлагаются формулы для их определения, расчета **кривизны, радиуса, центра кривизны траектории** и др. [72].

**Движение** может быть **предсказуемым** или **непредсказуемым**. Это зависит от того, определяется ли оно однозначно по начальным условиям. В управлении социально - экономическими процессами нередко встречаются именно с непредсказуемыми движениями систем, которые определяются воздействием случайных факторов, изменением потребностей и интересов людей. Поэтому рассматривается обобщенный случай, когда имеются две точки, одна из которых может двигаться непредсказуемым образом (**В**), а вторая точка (**А**) должна попасть в первую. На точку **В** условно набрасывается аркан, петля которого стягивается в точку. Если точка **А** будет все время находиться на самом аркане, то попадание обеспечивается, и цель достигается.

**Программу типа аркана** можно дополнить различными способами. Выбор определяется самостоятельно, в каждом конкретном случае. Удобно сравнивать текущее движение системы с поведением аналогичных систем (накопить **банк графических образов поведения**) для облегчения диагноза. При этом необходимо принимать во внимание и предсимптомы предвестника будущего симптома.

**Размеры**, т. е. пространственные протяженности графических образов процессов, являются, как показывают исследования [62, 72, 250], их фундаментальными характеристиками. Одновременно в своей совокупности размеры выступают в качестве универсального масштаба, в зависимости от которого глубоко и многосторонне отображаются изменения свойств процессов. С их помощью на основе **принципа инвариант-**

**ности** облегчается поиск и выявление сходных по форме траекторий развития сложных систем. Строение и функционирование системы управления определяются взаимодействием экономических и социальных законов, количественные выражения которых в большинстве случаев строго зависят от выбранного масштаба измерения, что в свою очередь, ведет к масштабным ограничениям или, наоборот, обуславливает существование благоприятных для определенных процессов размеров графических образов.

Для облегчения анализа процессов предлагаются **правила**, которые применимы к любым геометрически подобным или **изометричным образам**. Например, для куба: поверхность зависит от квадрата длины стороны (**L**); объем (**V**) зависит от **L<sup>3</sup>**, а поверхность от **V<sup>2/3</sup>**. Последнее правило утверждает, что с увеличением объема графического образа, его поверхность (**S**) увеличивается не в той же пропорции, а как объем в степени - **2/3** (**S=6V<sup>2/3</sup>**). Меньшие по размерам графические образы имеют большие площади поверхности по отношению к их объему, чем более крупные образы той же формы. Это можно выразить путем отношения **S/V = V<sup>2/3</sup>/V**. График функции **S/V** показывает, что относительная площадь поверхности уменьшается при увеличении объема. Приведенные правила и уравнения отношений размеров весьма ценный инструмент, позволяющий обнаружить принципы и связи (линейные и нелинейные) развития процессов, которые в противном случае остались бы скрытыми.

Они могут служить основой для сравнения **вариаций управленческих ситуаций**, с их помощью целесообразно вести поиск и фиксировать отклонения от некоторой общей модели, анализировать динамику вариаций и вариации динамики для выявления предсимптомов неслучайных колебаний, которые могут выйти за установленные пределы.

### **Интерактивная система управления обеспечивает**

1. Непосредственное привлечение высших руководителей, всего управленческого персонала и коллектива к работе с стратегической моделью управления.
2. Интерактивное построение модели и эксперимент с нею.
3. Наглядно-изобразительное представление промежуточных и конечных результатов решений облегчает и ускоряет их интерпретирование.
4. Активизацию творческих возможностей управления, особенно при решении неформальных задач.
5. Качественное улучшение, модификация и адаптация модели к различным условиям.
6. Оценку формальных (материальных активов) и неформальных (нематериальных) параметров.
7. Убедительную интерпретацию результатов решений, как своим подчиненным, так и вышестоящему руководству. Сокращение общего времени подготовки и осуществления решения.
8. Создание условий для комплексного восприятия деловых, организационно-технологических и экономических обстоятельств.



9. Оценку качества управленческих решений.
10. Организационно-технологическую надежность стратегического планирования.

**Интерактивная система управления обеспечивает** моделирование оценки, подбора и расстановки кадров, персонала управления, реализацию методики опроса и отображения результатов комплексной оценки триады качеств руководителя (деловых, политических и личностных). Соответственно строятся триады диаграмм - портретные образы качеств коллектива, руководящих органов и самих руководителей. Для оценки эффективности и качества коллектива предлагается система показателей:

U - уровень адекватности коллектива и задач, L - уровень однородности коллектива, S - степень приближения коллектива к эталону, обобщенный показатель V - уровень адекватности и организованности, Y - степень соответствия руководящего органа своему коллективу, Y' - уровень соответствия высшего руководства.

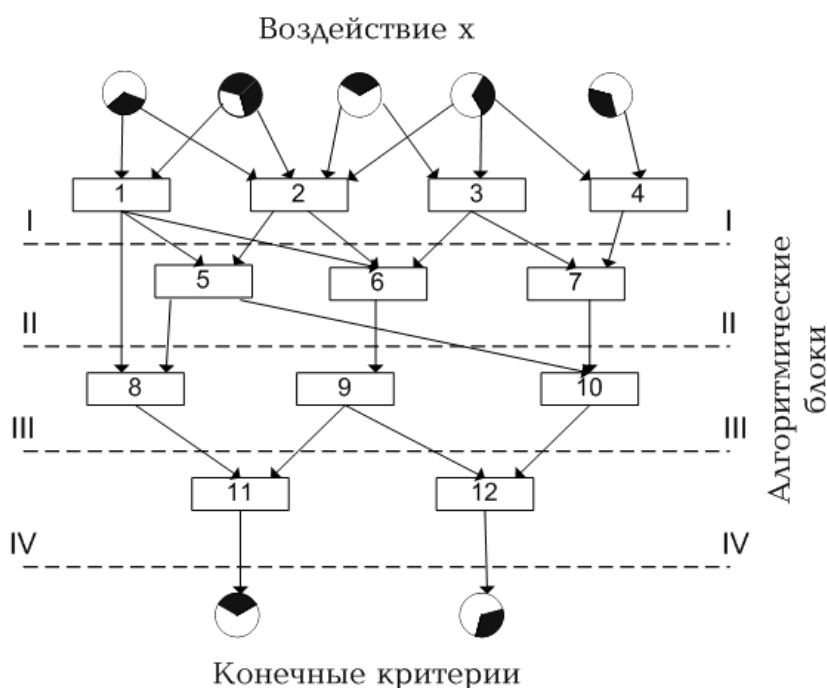
### **Методика организации решения задач управления в интерактивном режиме**

Рассмотрим общие принципы использования моделирующих алгоритмов в диалоговом режиме оптимизации. Процесс решения управленческих задач расчленяется на этапы, последовательность и состав их использования изменяется в зависимости от класса решаемой задачи, ее постановки, формулируемой цели. Для случая независимых исходных параметров исследование социально - экономических процессов (их математических моделей) представлено в виде схемы (рис. 1а). Заштрихованные участки верхних окружностей представляют области значений воздействий X, прямоугольники 1-12 - некоторые алгоритмические блоки. Заштрихованные участки нижних окружностей представляют область изменения конечных критериев (например, социально-экономических показателей). Число алгоритмических блоков или конечных критериев может быть и больше. На рис. 1а приведено графическое представление ориентированного графа. Подобным образом может быть представлена любая логическая схема практически выполнимого алгоритма управления.

С помощью известного математического аппарата можно осуществить сечение алгоритма на различные этапы (I-I, II-II, III-III, IV-IV рис. 1а ). Перед тем, как осуществить передачу информации от одного алгоритмического блока к другому, эту информацию целесообразно преобразовать в графическую и алфавитно-цифровую форму (в некоторую графическую абстракцию) и представить в виде **оценочной характеристики** для принятия решения о дальнейшем ходе вычислительного процесса. При этом суть процесса оптимизации сводится к направленному перебору значений воздействий с целью получения промежуточных (локальных) оценочных характеристик, а затем и значений конечных критериев, близких к оптимальным. Известно, что локальная оптимизация на ранних этапах, хотя и сокращает перебор вариантов, но не всегда может привести к **глобальному оптимуму**.

Однако наличие локальных промежуточных оценочных характеристик позволяет всю задачу разделить на ряд подзадач и ускорить достижение цели. Каждой оценочной характеристике, исходя из специфики рассматриваемой задачи, ставится в соответствие некоторый **эталон** (число, график, диаграмма или некоторая графическая абстракция). Ориентируясь на этот эталон, можно достаточно эффективно выявить области неприемлемых значений исходных параметров или внести соответствующие коррективы и тем самым сократить число возможных переборов, общее время решения и затраты машинных ресурсов. Возможность быстрого получения оценочных характеристик упрощает выделение "узкой" области, в которой находятся приемлемые (рациональные) решения, и это обеспечивает гибкое использование подходящих традиционных компьютерных методов оптимизации.

Чтобы процесс диалоговой оптимизации был достаточно эффективным, математическая модель должна отвечать некоторым требованиям. Эти требования касаются лишь структуры модели. Проведенный анализ показал, что большинство моделей, применяемых в задачах управления, могут быть легко перестроены.



**Рис. 1а. Схема исследования модели социально - экономических процессов**

Пусть сложная система описывается уравнениями, которые можно рассматривать как ее математическую модель:

$$Y_i = F_i (X; t), 1 \leq i < h, (1y)$$

где  $X = (x_1, \dots, x_j, \dots, x_N)$  - вектор варьируемых параметров или (переменных),  $x_j \in [a_j, b_j]$ ;  $t$  - независимая переменная с областью изменения  $[A_t : B_t]$ ;  $Y_i$  - выходные параметры системы, оптимальная форма которых как функция от  $t$ , допустим, известна. Мы говорим о форме выходов модели, исходя из необходимости их качественной оценки.

Известно, что система уравнений (1y) реализуется на некотором вычислительном устройстве с помощью соответствующего алгоритма

Определение 1. Будем говорить, что оператор  $B_0$  непосредственно информационно зависит от оператора  $A_0$ , если оператор  $B_0$  выполняется над результатом оператора  $A_0$ .

Определение 2. Оператор  $A_0$  непосредственно управляет операторами  $B_0$  и  $C_0$ , если результат оператора  $A_0$  определяет, какой из этих двух операторов должен выполняться, и если при этом оператор  $A_0$  непосредственно предшествует операторам  $B_0$  и  $C_0$ .

Определение 3. Замкнутой системой операторов алгоритма  $A_1$  назовем систему  $C_3$  с одним выходом, операторы которой, за исключением одного, выполняемого последним, обладают следующими свойствами:

а) не управляют ни одним оператором алгоритма  $A_1$ , не являющимися элементом системы  $C_3$ ;

б) от них непосредственно информационно не зависит ни один из операторов алгоритма  $A_1$ , который не является элементом  $C_3$ .

Замечание 1. Система из одного оператора - замкнутая система.

Замечание 2. Замкнутая система внутри себя может также содержать замкнутые подсистемы.

Известно, что всякий алгоритм можно представить в беспетлевом виде и что для любого алгоритма можно построить либо две граф-схемы (для информационных и управляющих связей), либо одну объединенную схему с указанием типа связей. Такое построение может быть выполнено на основании определения 1.

Определение 4. Оператором " $j_0$ "-й степени объединенной граф-схемы назовем оператор, который непосредственно зависит от управляемых параметров и операторов предыдущих ступеней, среди которых имеется, по крайней мере, один оператор ( $j_0-1$ )-й ступени.

Замечание. Оператор нулевой ступени зависит от варьируемых параметров.

Весь алгоритм  $A_1$  можно рассматривать как набор замкнутых систем. Некоторые из информационных выходов замкнутых систем могут быть использованы для количественной и качественной оценки результатов работы алгоритма. Назовем их индикаторами  $I_m$ , где  $1 \leq m \leq M$ ,  $M$  - общее число индикаторов данного алгоритма  $A_1$ . Относительно индикатора  $I_m$  как функции от  $t$  известно, что если его форма (значение) при некотором  $X$  близка к эталону  $G_m$ , то возможно и все  $Y_i$  имеют оптимальную форму (значение), в противном случае известно, что по крайней мере один из  $Y_i$  оптимальной формы (значения) не имеет.

Представим алгоритм в беспетлевом виде (как ориентированный граф без петель и контуров) посредством объединенной **граф-схемы информационных и управляющих связей**, исходя из которой несложно составить информационную таблицу. Эта таблица будет отражать зависимости промежуточных результатов работы алгоритма от варьируемых параметров.

Пример. Пусть имеется **граф-схема информационных связей** (рис. 1), которой соответствует таблица, Назовем ее информационной.

Информационная таблица отражает зависимости промежуточных результатов  $Q_1, Q_2, \dots, Q_r$  от исходных параметров  $X$ . Некоторые из промежуточных результатов могут быть индикаторами. Пусть для нашего примера ими будут  $Q_3, Q_5, Q_7$ .

Рассмотрим некоторые понятия, касающиеся индикатора и вообще промежуточных результатов, которые вытекают из информационной таблицы.

Определение 5. **Рангом индикатора** назовем размерность подпространства, образованного варьируемыми параметрами  $x_i$ , не вошедшими в столбец информационной таблицы для данного индикатора. На основании определения можно записать:

$$r_m = N - K_m,$$

где  $r_m$  - ранг "m"-го индикатора.

$K_m$  - число варьируемых параметров  $x_j$ , от которых зависит индикатор  $I_m$ .

В нашем примере ранг индикатора  $Q_3$  равен нулю,  $Q_5$  - трем,  $Q_7$  - двум. Аналогичным образом может быть определен ранг любого промежуточного результата.

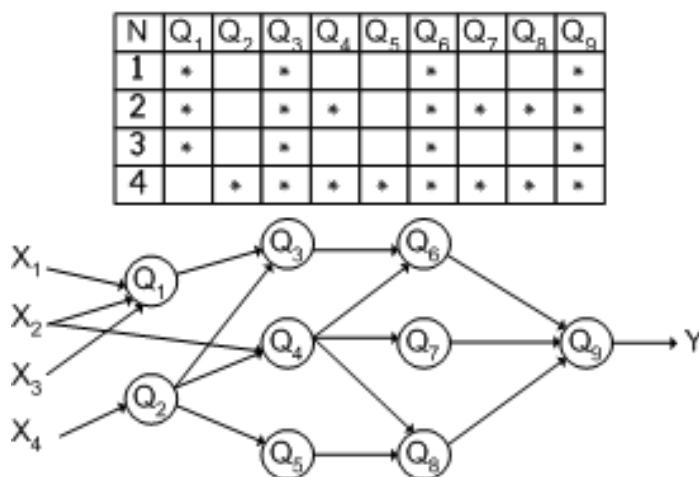


Рис. 1. Пример граф - схемы информационных связей

Далее предполагаем, что  $t$  и  $x_j$  могут принимать только дискретные значения:

$$t_0 = t_{\min} < t_1 < t_2 < \dots < t_{\beta-2} < t_{\beta-1} = t_{\max}$$

$$x_j^k = x_j + \frac{b_j - a_j}{\beta - 1} k, \quad 0 \leq k \leq \beta - 1.$$

Таким образом, каждое из подпространств размерности  $r$  будет содержать в области изменения параметров  $\beta^r$  точек,

Можно считать очевидным утверждение, что индикатор (или промежуточный результат) с меньшим рангом не может непосредственно предшествовать индикатору (или промежуточному результату) с большим рангом. в соответствии с вышеуказанным предлагается алгоритм решения оптимизированной задачи (задачи математического программирования или многокритериальной векторной оптимизации), который иллюстрируется следующей схемой (рис. 2).

В начале решается ряд подзадач, в каждой из которых добиваются того, что индикатор  $I_m$  становится близким к эталону  $G_m$  с учетом различных ограничений. Это существенно сужает возможную область изменения параметров  $X$ .

1. После интерактивного формирования графа моделирующего алгоритма  $A_I$  и составления необходимого списка индикаторов осуществляется фиксация некоторых варьируемых параметров.

2. Производится вычисление по алгоритму  $A_I$  до индикатора, имеющего наивысший ранг.

3. Человек анализирует индикатор и дает указания машине о дальнейшем ходе вычислений. Указания могут быть, например, такими:

а) «Продолжить вычисления» (вычисления продолжаются до получения индикатора со следующим по величине рангом или до индикатора, указанного человеком;

б) «Прекратить вычисления» (по этому указанию происходит ограничение области изменения параметров или выполняется ее корректировка).



Рис. 2. Схема организации решения задач

При отказе от некоторого варианта дается указание о выборе следующей точки в области изменения параметров. Сокращение числа рассматриваемых вариантов происходит за счет ограничения области изменения параметров.

Замечание. В том случае, когда имеются несколько независимо вычисляемых индикаторов с одинаковыми рангами, первым вычисляется индикатор, который требует для своей реализации меньшего числа машинных операций.

Далее, пользуясь подходящим машинным методом оптимизации, в выделенной области находим экстремум функции цели.

Чтобы сделать алгоритм исследования математической модели задачи управления более гибким, полезно предусмотреть возможность его перестроения. Потребность в перестроении может возникнуть при обновлении или при создании новой математической модели, так как сразу трудно установить рациональную последовательность операторов, обеспечивающую вычисление индикаторов в порядке убывания их рангов. С этой целью необходимо строить моделирующий алгоритм А1 из некоторых крупных и легко заменяемых блоков (модулей).

Определение 6. Замкнутая система операторов алгоритма А1 называется блоком (модулем), если среди операторов этой системы, за исключением последнего, нет таких, которые вычисляют индикаторы. Понятие блока (модуля) сформировано в соответствии со следующими соображениями:

- а) блок часто используется в различных математических моделях;
- б) блок имеет один выход, обладающий свойством информативности, т.е. он может способствовать сокращению числа переборов;
- в) объем блока должен быть по возможности максимальным.

При разбиении алгоритма А1 на блоки нужно учитывать, что список индикаторов может быть расширен.

Допустим, алгоритм А1 разбит на блоки, выходами которых являются индикаторы. Блоки, которым может быть передана информация из данного блока  $b$ , являются последующими по отношению к  $b$ . Блоки, из которых может быть передана информация в  $b$ , являются предшествующими  $b$ . Граф алгоритма определяется тройкой  $(N_r, E, U_0)$ , где  $N_r$  - множество вершин графа;  $E$  - множество пар смежных вершин; пара  $(U_1, U_2) \in E$  тогда и только тогда, когда  $U_2$  является для  $U_1$  последующей вершиной;  $U_0$  - начальная вершина графа, которая не имеет предшествующих вершин в данном графе. Обозначим  $S(U)$  - множество вершин, последующих по отношению к  $U$ ,  $P(U)$  - множества вершин, предшествующих  $U$ . Если  $BL \subset N_r$  - множество блоков алгоритма, то

$$S[BL] = \bigcup_{U \in BL} S(U) \quad \text{и} \quad P[BL] = \bigcup_{U \in BL} P(U).$$

Если в алгоритме нет циклов, то множество  $BL$  обладает свойствами антисимметричности, транзитивности и нерефлексивности. Введем полную упорядоченность вершин графа. Каждой вершине поставим в соответствие такое число  $\Theta(U)$ , что  $U_2 \in S(U_1) \Rightarrow \Theta(U_2) > \Theta(U_1)$ .

Вместе с блоками упорядочиваются индикаторы  $\Theta(b) \Rightarrow \Theta(I)$ . Для численной топологической сортировки могут быть использованы известные методы и алгоритмы.

При решении различных задач некоторые индикаторы могут оказаться малоэффективными в смысле сокращения числа рассматриваемых вариантов. Возникает проблема нахождения и исключения их из списка индикаторов. Пусть «m»-й индикатор  $I_m$  позволяет сократить  $\lambda_m$  точек. Введем следующие обозначения:

$N_0$  - количество подготовительных операций;

$N_1$  - число операций, выполняемых для получения индикатора  $I_m$ ;

$N_2$  - число операций, затрачиваемых на анализ  $I_m$ ;

$N_3$  - число операций, выполняемых между  $I_m$  и следующим индикатором;

$N_4$  - число операций, затрачиваемых на анализ по всем предшествующим  $I_m$  индикаторам;

$N^*$  - число точек, находящееся в пересечении области, сокращаемой  $I_m$ , и в области, сокращаемой всеми остальными индикаторами при отсутствии  $I_m$ .

Пусть  $\Delta_1$  максимальное число операций, которое затрачивается на анализ  $\lambda_m$  точек по "m"-му индикатору:

$$\Delta_1 = \lambda_m (N_0 + N_1 + N_2 + N_4).$$

$\Delta_2$  - минимальное число операций, которое необходимо проделать для анализа  $\lambda_m \beta_m^r - \lambda_m N^*$  точек при отсутствии "m"-го индикатора:

$$\Delta_2 = \lambda_m (\beta_m^r - N^*) (N_0 + N_1 + N_3),$$

где  $r_m$  - ранг "m"-го индикатора. Очевидно, данный индикатор целесообразно сохранить в том случае, если  $\Delta_1 < \Delta_2$ , отсюда

$$\lambda_m (N_0 + N_1 + N_2 + N_4) \leq \lambda_m (\beta_m^r - N^*) (N_0 + N_1 + N_3).$$

$$\text{При } \lambda_m \neq 0 \text{ имеем } r_m \geq \frac{l_n \beta_N}{l_n \beta}, \quad (2.4)$$

$$\text{где } \beta_N = \frac{N_0 + N_1 + N_2 + N_4}{N_0 + N_1 + N_3} + N^*.$$

Таким образом, индикатор  $I_m$  целесообразно сохранить в списке, если его ранг удовлетворяет требуемому условию. Описанная методика решения задач управления обеспечивает возможность эффективной реализации алгоритмических и эвристических процедур.

## Справка

Г. Ваганяном предложены:

инвариантная методика проектирования системы индикаторов результативности, качества, эффективности и экономичности и других ключевых показателей для достижения целей и решения различных задач управления в интерактивном режиме,

технология построения информационной объектно-характеристической модели - схемы управления и методика построения матриц ответственности,

алгоритмы расчета рангов индикаторов, формирования эталонных оценочных характеристик (оптимальных моделей индикаторов), ориентированных на использование творческих способностей, опыта, знаний, умений руководителей, планово-управленческих работников путем организации диалогового отображения, анализа, корректировки, как количественных, так и качественных показателей, которые приходится управленцам учитывать при анализе ситуаций, подборе варианта решения из рассматриваемого множества,

технология организации корректирующих воздействий на процессы управления по целям с помощью новых и традиционных графических моделей индикаторов, качественных портретных и сетевых моделей отображающих и сами процессы, и задачи управления,

инвариантный банк графических индикаторов, понятийный аппарат и система оценок / критериев – пригодные для создания "единого управленческого языка" и его массового применения.

Разработанные на основе предлагаемого инструментария программные комплексы на базе графического пакета "Графор" использованы в решении различных практических задач строительства, управления городским хозяйством и др. В 1985г. впервые в СССР опубликована в Ереване монография "[Машинная графика в управлении](#)", охватившая научно-методологические и технико-организационные вопросы рассматриваемой методологии и концепции.

В 1991г. под редакцией А. А. Гусакова издана в Ереване монография, посвященная [аэрокосмической инфраструктуре и технологиям управления и организации крупномасштабного строительства](#). В 2005г. вышла в свет новая работа [Виртуальные технологии менеджмента \(системотехника электронного управления\)](#), Ереван, "Нжар", <http://www.iatp.am/it/virtualmanag/index.htm>.

В настоящее время Г. Ваганян советник Конституционного суда РА, профессор Российско-Армянского государственного университета. В период 1989-2006гг. он возглавлял [Армянский республиканский телекоммуникационный информационно-вычислительный Центр "Поиск"](#), был координатором американской программы [IATP / IREX](#) в Армении, финансируемой Госдепартаментом США (Бюро по образовательным и культурным программам), основал Институт непрерывного образования Российско-Армянского государственного университета, а также [Центр научно-технического и инновационного развития России и Израиля Государственной Академии Инноваций \(г. Москва\)](#).



**В книге "Компьютерная (машинная) графика в управлении", 1985 г.**

ёсёі æáí û результаты исследовательских и проектно-экспериментальных работ, которые автор получил как участник и руководитель научного коллектива в Центральном научно-исследовательском и проектно-экспериментальном институте автоматизированных систем в строительстве - ЦНИПИАСС Госстроя СССР (1977-1981 гг.), в Центральном научно-исследовательском и проектно-экспериментальном институте по методологии, организации, экономике, автоматизации проектирования и инженерных изысканий - ЦНИИпроект Госстроя СССР (1981- 1982 гг.), в Ереванском научно-исследовательском и проектном институте автоматизированных систем управления городом - ЕрНИПИ АСУГ исполкома Ергорсовета (1982-1983 гг.).

Предлагаемая книга рассчитана на использование самым широким кругом управленческих и плановых работников, а также специалистами по автоматизации управления, планирования и обработки документации, не обязательно обладающими обширными знаниями в области вычислительной техники и программирования. Автор выражает надежду, что данная монография будет полезной специалистам различной квалификации и будет способствовать внедрению достижений машинной графики в практику использования компьютеров управленческим аппаратом самого различного уровня.

Автоматизация обработки графической информации с помощью методов и средств машинной графики открывает новые возможности решения задач управления:

- непосредственное активное привлечение руководителей и организаторов производства к работе с прикладной программой;
- интерактивное построение модели и экспериментирование с ней, при этом графический ввод и корректировка информации осуществляются намного проще и вероятность ошибок ниже, чем при работе традиционными методами (клавиатура, перфокарты и др.);
- наглядно-изобразительное представление промежуточных и конечных результатов решений облегчает и ускоряет их интерпретирование;
- автоматизированное формирование графической документации.

Методы машинной графики позволяют извлечь из массы разнообразных сведений основное и представить человеку наиболее существенные моменты, причем в такой форме, которая «подсказывает» ему все необходимые распоряжения, «направляет» его на поиск эффективных вариантов решения.

Оперативный обмен графической информацией с работающей ЭВМ значительно активизирует творческие возможности управленческих работников, особенно при решении неформальных частей задачи, существенно повышает эффективность работы и человека, и машины, содействует качественному улучшению, модификации и адаптации модели к различным условиям производства.

С помощью графических изображений можно более убедительно интерпретировать результаты решений, как своим подчиненным, так и вышестоящему руководству. Это улучшает организационное восприятие автоматизированных систем, позволяет более рационально распределить функции между человеком и ЭВМ, сократить общее время подготовки и осуществления решений. Своевременно и

целесообразно сформированное изображение на экране дисплея, отображающее определенную производственную ситуацию или сценарий, в рамках которого исследуются возможные альтернативы к достижению заданных целей, заменяет большое количество бумаги с данными и цифрами и создает условия для комплексного восприятия сложившейся деловой, организационно-технологической или экономической обстановки.

Выпуск отечественной промышленностью большого числа разнообразных графических устройств и создание соответствующих программных средств усиливает интерес к применению машинной графики и графического моделирования в управлении.

## Заключение

Описанные в книге различные графические модели и методы управления и примеры их применения в различных задачах управления, планирования, организации и контроля позволяют сделать вывод о целесообразности и необходимости использования методов и средств машинной графики, графических рабочих мест и систем в практике работы руководителей, организаторов, плановых и управленческих работников.

Основные черты, выгодно отличающие предлагаемые графические методы и модели от других автоматизированных методов управления, следующие:

- простота, благодаря которой графические изображения и соответствующие алгоритмы работы легко усваиваются и доступны рядовым плано-управленческим работникам;

- наглядность, в силу которой отклонение от цели или нормы, планового (эталонного) показателя в процессе управления, производства работ воспринимается быстрее и интенсивнее, чем в том случае, когда они выражены с помощью цифр и слов, нуждающихся в дополнительном анализе и сопоставлении;

- компактность позволяет, интегрировано представлять на небольшом пространстве все существенные стороны производственного, управленческого процесса;

- экономичность, выражающаяся в том, что освобождает человека от выполнения рутинной и трудоемкой работы по вычерчиванию графической информации;

- интерактивность, позволяющая использовать простые входные (диалоговые) языки и методы взаимодействия человека и ЭВМ.

Пользователю интерактивных графических систем нет необходимости знать сложные специализированные языки программирования. Эти преимущества обеспечивают своевременное внесение коррективов в процесс управления и в работу различных управленческих органов, эффективное предвидение будущего и надлежащего воздействия на ход выполнения, работ. Обеспечиваются также необходимые условия для применения Опыта, творческих возможностей человека на этапах постановки задач, корректировки хода их решения и оценки конечных результатов. Чтобы лучше уяснить то практическое значение, какое приобретает наглядность действующих факторов в управленческой деятельности при принятии наиболее ответственных и важных решений, напомним о примере использования графических изображений в военном деле.

В основе ведения войн лежали графические методы: если с их помощью можно было руководить операциями, испытывавшими влияние со стороны бесконечного множества случайностей и непредвиденных факторов, то что мешает широкому применению интерактивных графических методов в административном управлении, управлении производством, городским хозяйством, социально-экономическими системами.

Применение графических методов, на наш взгляд, существенно повлияет на укрепление дисциплины труда и на повышение ответственности за результаты работы,

откроет новые возможности для целенаправленного управления. Отмечая замедления и расстройство в ходе принятия и исполнения решений, графики позволяют вскрывать определенные недочеты и в области организации. Поэтому интерактивные графические методы смогут служить эффективным инструментом для улучшений организации и структуры органов управления.

Их удобно использовать также в обучающих системах как средство познания закономерностей оптимизации управления, исследования динамики и вариации ее показателей во времени и в пространстве. Широкое использование интерактивных графических методов и моделей управления в значительной степени облегчит задачи оперативного контроля и прогнозирования.

Иными словами, интерактивная машинная графика может необходимым средством, наглядно показывающим элементы хозяйственных, производственных, экономических, организационных, социально-психологических (и даже политических) операций в разрезе их соотносительности (или сравнения), последовательных изменений (или результатов) и отклонения от установленных целей, норм (стандартов). Развитие средств вычислительной техники и телекоммуникаций, использование микропроцессоров и микро-ЭВМ ведет к расширению возможностей интерактивных графических систем, повышению их надежности, удешевлению и миниатюризации.

По оптимистическим прогнозам в недалеком будущем руководитель, вооруженный радиотелефоном, миниатюрной телекамерой и телеэкраном, будет иметь возможность оперативно предавать информацию о процессе производства вышестоящему руководству, обращаться за "помощью" к ЭВМ, уточнять чертежи, принимать на месте необходимые решения.

Ожидается бурный рост потребностей в персональных графических системах, которые найдут также активное применение во многих сферах общественной жизни: в домашних условиях, в быту, в сфере услуг, культуры, искусства и т.д.

## Список основных трудов по теме

### Монографии

1. Ваганян Г.А. Машинная графика в управлении. Монография. Ереван, Айастан, 1985.
2. Ваганян Г.А., Гусаков А.А., Андреев О.П. Аэрокосмическая информатика в управлении и организации крупномасштабного строительства. Монография. Ереван, Айастан, 1991.
3. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь. Российская Академия Наук, Международная Академия Информатизации, Российская Инженерная Академия, Москва, Фонд "Новое тысячелетие", Под редакцией А. А. Гусакова, 1999.
4. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь, 2-е издание, переработанное и дополненное. Под ред. А. А. Гусакова. Москва, 2004.
5. Ваганян Г.А., Бляян В.Ю. Информационные технологии в правовой деятельности (в системе государственной службы). Монография. Ереван, Нжар, 2005.
6. Ваганян Г.А., Ваганян О.Г. Виртуальные технологии менеджмента (системотехника электронного управления). Монография. Ереван, Нжар, 2005.

### Статьи

1. Ваганян Г.А., Львов В.А. Модель отображения сетевых графиков для их оптимизации в интерактивном режиме, Научно-технический реферативный сборник, ЦИНИС, 1979, сер.1, вып.1.
2. Ваганян Г.А., Лебедева Л.С. Интерактивные методы для решения задач линейного программирования и управления строительством. Сб. статей ЦНИПИАСС, депонирован в ЦИНИС Госстроя СССР N 2106, М., 1980.
3. Гусаков А.А., Львов В.А., Ваганян Г.А. и др. Машинная графика в автоматизированных системах планирования и управления строительством. Проспект ВДНХ СССР, ЦНИПИАСС Госстроя СССР, М., 1980.
4. Ваганян Г.А., Львов В.А. Методология исследования математической модели в интерактивном режиме. Труды ЦНИПИАСС, вып. 27, М., 1980.
5. Ваганян Г.А. Геометрическое отображение оптимальных календарных планов. Труды ЦНИПИАСС, вып. 27, М., 1980.
6. Ваганян Г.А. Исследование возможности применения машинной графики в управлении и планировании строительством. Автореферат канд. диссерт. ЦНИПИАСС М., 1980.
7. Ваганян Г.А., Гусакова В.С., Лебедева В.С. Интерактивные методы построения и применения план графиков строительного производства. В сб. Известия ВУЗов "Строительство и архитектура", N 1, М., 1981.
8. Ваганян Г.А. Машинная графика в планировании и управлении. В сб.: "Всесоюзное совещание по интерактивным системам проектирования". Тезисы докладов ИПУ АН СССР, М., 1981.

9. Ваганян Г.А., Рябчук П.П. Новый метод подготовки информации для построения сетевой модели. Труды ЦНИИпроект. М., 1982, вып. 2.
10. Ваганян Г.А., Гаспарян Л.А. Совершенствование управления народным хозяйством на основе применения интерактивных графических методов. В сб.: "Проблемы совершенствования управления народным хозяйством "Управление - 82", Тезисы докладов Всес. конф. ВНИИПОУ ГКНТ СССР, М., 1982.
11. Ваганян Г.А., Вартапетов Э.А., Львов В.А. Машинная графика в управлении технологическими процессами в городском хозяйстве. В сб.: "АСУ технологическими процессами в городском хозяйстве". Тез. докл. Всес. конференции. М., 1982.
12. Ваганян Г.А., Львов В.А. Интерактивные графические методы в автоматизированной системе плановых расчетов. В сб.: "Проблемы создания автоматизированной системы плановых расчетов /АСПР/ Госплана СССР и госпланов союзных республик". Тез. докл. VII Всес. научно-тех. конференции. М., 1982.
13. Ваганян Г.А. Интерактивные графические методы решения планово-управленческих задач. Журнал "На стройках России", 1982, N 4.
14. Ваганян Г.А. Проблемы автоматизации управления и машинная графика. В сб.: "Машинная графика и обработка документации в планировании, управлении и проектировании". Тез. докл. I Всес. школы - сем. Цахкадзор, 1983.
15. Ваганян Г.А., Вартапетов Э.А. Интерактивные графические методы управления проектами в условиях САПР. Тез. докл. IX Всес. совещания по проблемам управления. Ереван, 1983.
16. Ваганян Г.А. Решение многокритериальных задач на планах – графиках. В кн.: А.А. Гусакова "Системотехника строительства" /раздел 6.3/. М., Стройиздат, АН, НС по КП "Кибернетика", 1983.
17. Ваганян Г.А., Вартапетов Э.А. и др. Разработка графической системы сетевого планирования и управления. Тез. докл. Всес. конф. "Управление большим городом". М., 1985, часть II.
18. Ваганян Г.А. Графический документ в управлении. В сб.: "Учреждение будущего. Теоретические аспекты". /ВНИИДАД/ М., 1985.
19. Ваганян Г.А., Гусаков А.А. Информатика и интерактивная компьютерная графика. Тез. докл. Всес. Школы - семинара "Информатика и компьютерная графика". Дилижан, 1986.
20. Ваганян Г.А. Компьютерная графика в управлении (деловая графика). Тез. докл. IV Всес. конф. по проблемам машинной графики. ИФВЭ АН СССР, ГКАЭ СССР, Серпухов, 1987.
21. Ваганян Г.А. Моделирование в кадровой политике. Тез. докл. I Всес. конф. "Информатика и ВТ в партийной работе и в обучении". АОН при ЦК КПСС, М., 1988.
22. Ваганян Г.А. Анализ динамики возрастной структуры партийных руководителей. "Информатика и ВТ в партийной работе и в обучении". АОН при ЦК КПСС, М., 1988.
23. Ваганян Г.А., Мамян В. Графическая диалоговая система планирования, управления и проектирования. Тез. докл. Междунар. конф. "Проблемы автоматизированного проектирования в машиностроении". АН СССР, Минприбор СССР, М., 1988.

24. Ваганян Г.А., Чемерис Л.И. Компьютер и подбор кадров. В журнале "Промышленность, строительство и архитектура Армении". N 10, 1988.
25. Ваганян Г.А. Человеко-машинное графическое моделирование в управлении социально-экономическими процессами. В сб.: АОН при ЦК КПСС "Математическое моделирование социальных процессов". М., 1989.
26. Ваганян Г.А. Интегрированная система управления восстановительными работами на базе цифровой радиокomпьютерной телекоммуникационной сети. В сб.: Международной конференции. ИККАДИ - 89, ЧСФР, 1989.
27. Ваганян Г.А., Геворкян А. Компьютерные сети. В сб.: II Европейского конгресса по менеджменту. Прага, N 2, октябрь 1990.
28. Ваганян Г.А. Методология разработки и использования диалоговых графических моделей в управлении социально-экономическими процессами. Автореферат докторской диссертации, М., АОН ЦК КПСС, 1991, УДК 338912.
29. Ваганян Г.А. Концепция моделирования технологии подготовки и оценки кадров управления. Журнал "Звартноц" N5, 1991.
30. Ваганян Г.А., Гусаков А.А. Инфографика многокритериальных задач. Системотехника строительства. 2-е издание, переработанное и дополненное, глава 6. \$6.4.), Монография, Росс. АН, НС по КП "Кибернетика", Москва, Стройиздат, 1993.
31. Ваганян Г.А., Хандкарян А. Система для оценки и подбора кадров (для Excel for Windows). Зарегистрирован в НААП РА за N00128 от 7 февраля 1997г.
32. Ваганян Г.А. Центр оценки, выбора и консалтинга. "Закон и власть", N12-13, Республиканский научно-теоретический журнал, 1997г.
33. Ваганян Г.А. Новая компьютерная технология для анализа, сравнения и синтеза правовой информации. "Конституционное правосудие", Международный журнал, N1, 1998г.
34. Ваганян Г. Системотехника управления социально-экономическими процессами /System Engineering of Management of Socio-Economic Processes. В кн. "Системотехника" / Под. ред. проф. А. Гусакова. Москва, Фонд "Новое тысячелетие", 2002.
35. Ваганян Г.А. О проблемах создания электронного правительства Армении. Ежемесячный бюллетень об армянском рынке высоких технологий ВIT@E business information #11 октябрь 2003 г.
36. Ваганян Г.А. Компьютеризация функций государственного управления в Армении. Ежемесячный бюллетень об армянском рынке высоких технологий ВIT@E business information # 11 октябрь 2003г.
37. Ваганян Г., Блеян В., Ваганян О. Сравнительный анализ качества и востребованности армянских Интернет ресурсов. Международная конференция "Новые информационные технологии в образовании". Министерство образования России, Министерство образования РА, Международная Академия открытого образования, Национальная Академия наук РА, МЭСИ, 24-25 июня, Ереван, 2004.
38. Ваганян Г.А. Системотехника демократизации управления. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь, 2-е издание, переработанное и дополненное. Под. ред. А. А. Гусакова. Москва, 2004.

39. Ваганян Г.А. Системотехника социально-экономических процессов. Системотехника строительства. Энциклопедический словарь, 2-е издание, переработанное и дополненное. Под. ред. А. А. Гусакова. Москва, 2004.
40. Ваганян Г.А., Ваганян О.Г., Блеян В.Ю. "Методология проектирования электронного правительства (ситуационного центра анализа и принятия решений)". Научно-практическая конференция "Информационно-аналитические средства поддержки принятия решений и ситуационные центры". Российская академия государственной службы при Президенте РФ. 29-30 марта 2005, Москва, Россия.
41. Ваганян Г.А., Ваганян О.Г. "Ситуационные центры - инструменты менеджмента конституционной и интеллектуальной безопасности". Научно-практическая конференция "Ситуационные центры: модели, технологии, опыт практической реализации". Российская академия государственной службы при Президенте РФ. 18-19 апреля 2006, Москва, Россия.
42. Vahanyan G., Harutyunyan G. New computers technology for analysis, comparison synthesis of legal information. Fifth World Congress "Constitutionalism, Universalism and Democracy", 12-16 July 1999, Rotterdam, Netherlands, Erasmus University, International Association of Constitutional Law.
43. Vahanyan G. Access to the Internet and Law. An EU-sponsored Regional Conference «E-development for Caucasus", Yerevan, 15-16 April, 2002.
44. Vahanyan G. Computer Graphics Art in Armenia. EWV 02, East-West-Vision, International Workshop - Project Festival, Sept. 12-13, 2002, Graz, Austria.





**ГУСАКОВ АЛЕКСАНДР АНТОНОВИЧ**, инженер-строитель, доктор технических наук, профессор, действительный член ряда Международных и Российских академий, 11 декабря 2005 ушел из жизни.

В разные годы возглавлял научно-исследовательские институты, объединения, ассоциации, кафедры. В 1972-81 гг. - директор Центрального научно-исследовательского и проектно-экспериментального института автоматизированных систем в строительстве (ЦНИПИАСС), в 1981-85 гг. - заведующий кафедрой Системотехники строительства в институте переподготовки инженеров Минэнерго, в 1985-91 гг. - заведующий кафедрой САПР в МИСИ (МГСУ), директор Межотраслевого института информационных технологий инвестирования. Автор более 20 книг и 200 статей по проблемам системотехники строительства. Подготовил несколько поколений инженеров-строителей и инженеров-системотехников, более 50 кандидатов и 12 докторов наук. Председатель докторского диссертационного совета в МГСУ. Работы автора и его учеников получили широкое применение и развитие в строительной науке и практике, в монографиях, диссертациях, при создании автоматизированных систем, осуществлении инвестиционных проектов, подготовке инженеров и ученых.

**Автор книг:** Системотехника строительства (1983, 1985, 1993), Организационно-технологическая надежность (1974, 1994), Основы проектирования организации (1977), Моделирование и применение вычислительной техники (1979), Выбор проектных решений (1982, 1983), Организация управления крупномасштабным строительством (1984), Архитектурно-строительное проектирование, методология и автоматизация (1986), Аэрокосмическая информатика и организация строительства (1990), Экспертные системы в проектировании и управлении (1995), Системотехника строительства. Энциклопедический словарь, 2-е издание, переработанное и дополненное (2004) и др.



Г. А. ВАГАНЯН

# МАШИННАЯ ГРАФИКА В УПРАВЛЕНИИ



В. УПРАВЛЕНИИ