

П.Г. Кузнецов

**НАУКА РАЗВИТИЯ
ЖИЗНИ**

Русское Космическое Общество
Международная научная школа устойчивого развития
имени П.Г. Кузнецова
Российская академия естественных наук

Побиск Георгиевич
Кузнецов

Наука развития Жизни
Сборник трудов

Том 5. Введение в сетевое планирование.
Работы разных лет

Москва – Дубна, 2021

ББК 72

К 89

Редакторы:

Шамаева Е.Ф., Попов Е.Б.

Составители:

Шамаева Е.Ф., Попов Е.Б.

Инициатор публикации серии:

Большаков Б.Е.

Кузнецов П.Г.

Наука развития Жизни: сборник трудов. Том V. Введение в сетевое планирование. Работы разных лет / П.Г. Кузнецов. – М.: Дубна: Русское Космическое Общество (РКО) – Международная научная школа устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова – Российская академия естественных наук (РАЕН), 2021. – 318 с.: ил.

ISBN 978-5-905527-47-0

Пятый том сборника «Наука развития Жизни» продолжает серию систематических публикаций научного наследия П.Г. Кузнецова (1924 – 2000), начатую в 2015 г.

Все работы Побиска Георгиевича — это энциклопедически целостная картина научных знаний о законах развития Жизни как космопланетарного процесса. По этой причине сборник трудов назван «Наука развития Жизни».

Пятый том включает материалы, служащие введением в сетевое планирование на цель с применением систем СПУТНИК и СКАЛАР, разработанных под непосредственным руководством П.Г. Кузнецова, а также блок, содержащий значимые работы разных лет, по тем или иным причинам не вошедшие в предыдущие тома серии. Часть материалов публикуется впервые.

ББК 72

К 89

ISBN 978-5-905527-47-0



*Светлой памяти
выдающегося русского ученого
Бориса Евгеньевича
Большакова
ПОСВЯЩАЕТСЯ*



24 мая 1941 г. – 17 ноября 2018 г.

***Большаков
Борис Евгеньевич***

Доктор технических наук, профессор, действительный член РАЕН.

Руководитель Международной научной школы устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова. Основатель и заведующий кафедрой устойчивого инновационного развития Государственного университета «Дубна» (2000 – 2018). Первый Президент Русского Космического Общества (2017 – 2018).

Научный руководитель работ по разработке системы динамических моделей «Устойчивое развитие страны» (80-е годы). Главный конструктор системы «Контроль» для Председателя Правительства России (80-е годы).

Автор научной теории устойчивого развития общественно-природных систем в терминах физических величин. Автор 100 научных работ, посвященных проблеме устойчивого развития с использованием измеримых величин.

Содержание

Предисловие составителей	8
ВВЕДЕНИЕ В СЕТЕВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ	11
Кузнецов П.Г. Отчет об опыте введения систем сетевого планирования и управления в научно-исследовательские и проектные работы.....	11
Кузнецов П.Г. О введении системы сетевого планирования и управления на комплекс работ по созданию сложного объекта	16
Беляков-Бодин В.И., Кузнецов П.Г., Шафранский В.В. Системы «СПУТНИК».....	24
Кузнецов П.Г. О системах «СПУТНИК-СКАЛАР» для планирования и управления очень большими комплексными программами.....	38
Кузнецов П.Г. К вопросу о постановке на проектирование комплекса машинных информационных систем для решения политических, военных, экономических, научных и технических проблем	40
Кузнецов П.Г. Послесловие [для статьи Капустяна].....	45
Кузнецов П.Г. Введение [СКАЛАР-2 и творческий процесс планирования]	48
Капустян В.М., Кузнецов П.Г., Махотенко Ю.А. Системно-морфологический анализ творческих процессов планирования.....	53
Образцова Р.И., Кузнецов П.Г., Пшеничников С.Б. Система СПУТНИК	111
Образцова Р.И., Кузнецов П.Г., Пшеничников С.Б. Технические средства отображения информации в системе СКАЛАР-2	126
РАБОТЫ РАЗНЫХ ЛЕТ	130
Кузнецов П.Г. Проблема и метод (организация и управление комплексными научными программами).....	130
Вильямс Н.Н., Кузнецов П.Г. О многомерном способе введения исходных математических понятий.....	135

Кузнецов П.Г. Социально-экономическое прогнозирование и проблемно-ориентированный подход к проектированию систем управления.....	146
Кузнецов П.Г. О конструировании системы научного управления обществом.....	149
Кузнецов П.Г. Методология системного подхода к проектированию автоматизированных систем управления	157
ди Бартини Р.О., Кузнецов П.Г. О коэффициенте полезного действия в системах транспортировки.....	186
Кузнецов П.Г. Общая динамика машин.....	204
Кузнецов П.Г. Диалектика, математическая логика и «формальная» логика.....	210
Кузнецов П.Г. Теория проектирования оптимальных систем управления	226
Кузнецов П.Г., Лаппо Е.И. Основания тензорной методологии Габриэля Крона.....	242
Кузнецов П.Г. Проблема передачи и восприятия образов	248
Кузнецов П.Г. Памяти Эвальда Ильенкова	264
Кузнецов П.Г. Философия и физика	268
Приложение 1. Отзывы, дискуссии, корреспонденция.....	276
Терлецкий Я.П. Письмо П.Г. Кузнецову от 1 апреля 1957 г.....	276
Автор не указан. Возможен ли вечный двигатель в космосе?.....	277
Автор не указан. Характеристика научной значимости работ Кузнецова Побиска Георгиевича.....	278
Костинский Ю.М., Еланчик Ф.И., Кузнецов П.Г. Переписка 1973 г. .	280
Гвардейцев М.И. Отзыв о научной работе, выполненной сотрудником кафедры электрических систем МЭИ Кузнецовым П.Г.....	290

Семенихин В.С. Предисловие к монографии «Инженерно-экономический анализ транспортных систем».....	291
Мишин В.И., Плеханова Г.В. Служебная записка «О системе «СКАЛАР».....	295
Коголовский С.Р. Некоторые замечания по работе П.Г. Кузнецова «Искусственный интеллект и разум человеческой популяции».....	300
Корюкин В.И. Новый показатель — тран.....	303
Ветров А.В. Заключение на материал П.Г. Кузнецова	306
Приложение 2. Письма в поддержку П.Г. Кузнецова	309
Автор не указан. набросок письма Л.И. Брежневу.....	309
Балезин С.А., Парин В.В., Дербинов Ю.В., Никаноров С.П. Письмо XXIV съезду КПСС.....	310
Никаноров С.П. Письмо А.И. от 11 июля 1971 г.....	314
Глушков В.М., Семенихин В.С., Афанасьев В.Г. Характеристика научной значимости работ Кузнецова Побиска Георгиевича.....	316

Предисловие составителей

Уважаемый читатель!

Вашему вниманию предлагается продолжение уникальной по своему замыслу и содержанию серии книг, в которой впервые представлены многие ранее не опубликованные научные работы выдающегося русского ученого и мыслителя Побиска Георгиевича Кузнецова, — пятый том «Науки развития Жизни».

Настоящий том разделяется на два больших блока: «Введение в сетевое планирование» и «Работы разных лет». Приведем краткую характеристику каждого из этих блоков.

Материалы первого блока охватывают период с 1965 по 1996 гг. и, по замыслу составителей, служат всеобъемлющим введением в сетевое планирование на цель с использованием систем СПУТНИК и СКАЛАР, разработка которых под непосредственным руководством П.Г. Кузнецова явилась одним из наиболее значимых результатов деятельности ЛаСУРС (подробнее об истории создания, функционирования и ликвидации этой лаборатории в МГПИ им. В.И. Ленина см. биографию П.Г. Кузнецова, приведенную в Приложении 1 к первому тому «Науки развития Жизни»).

Тексты данного блока отражают один из самых продуктивных периодов (с точки зрения практического воплощения идей) в научной работе Побиска Георгиевича и освещают предпосылки создания, теорию и методологию, принципы функционирования и области применения систем планирования СПУТНИК и СКАЛАР. Кроме того, они обозначают ключевые особенности и различия этих систем.

Материалы блока расположены в хронологическом порядке, что позволяет читателю проследить как процесс формирования общей концепции сетевого планирования на цель, основанной на известных к середине 1960-х гг. западных наработках, так и появление и развертывание оригинальных решений, оптимизацию и адаптацию систем СПУТНИК и СКАЛАР к определенным задачам (планирование НИР и последующее управление научными коллективами, планирование ОКР по конкретному изделию и последующее управление деятельностью группы конструкторов, управление целевыми комплексными программами и мн. др.).

Второй блок носит «нейтральное» название в силу известной разнородности включенных в его состав материалов, датированных 1967-1991 гг. Все работы, вошедшие в этот блок, по разным причинам ранее не публиковались (часть из них была лишь недавно обнаружена внутри поистине гигантского массива архивных документов Кузнецова, обработка которого не завершена и по сей день, часть была предоставлена нашими

соратниками и коллегами — членами Международной научной школы устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова). Содержание и значимость этих работ таковы, что игнорировать их было бы преступлением в отношении научного наследия Побиска Георгиевича.

Рассмотрим несколько более подробно материалы, включенные в состав этого блока. Многие из них тематически относятся к проблематике планирования и управления, однако не были отнесены к первому блоку, поскольку содержат философские, теоретические и методологические основания — фундамент, на котором выстраивается прикладная работа по созданию систем сетевого планирования. Таковы, например, статьи «Проблема и метод (организация и управление комплексными научными программами)», «Социально-экономическое прогнозирование и проблемно-ориентированный подход к проектированию систем управления» (обе освещают особенности проблемно-ориентированного подхода к планированию и управлению реализацией плана) и «Методология системного подхода к проектированию автоматизированных систем управления».

Настоящими «жемчужинами» блока являются статьи, написанные в соавторстве. Это «О многомерном способе введения исходных математических понятий» (соавтор Н.Н. Вильямс), «О коэффициенте полезного действия в системах транспортировки» (соавтор Р.Л. Бартини) и «Основания тензорной методологии Габриэля Крона» (соавтор Е.И. Лаппо). Отметим отдельно вторую из указанных статей, т.к. она продолжает и развивает опубликованные в 1970-х гг. совместные работы Бартини и Кузнецова, а также впервые (хронологически — по крайней мере, среди известных документов и материалов П.Г. Кузнецова) в явном виде вводит и определяет понятие «мобильность» и соответствующую физическую величину, содержащуюся в *LT*-системе Брауна-Бартини-Кузнецова. Мобильность в трактовке Бартини-Кузнецова — это понятие и величина, опередившие время, ведь именно мобильность в настоящее время «обслуживает» процессы передачи информации (является *инвариантом*) в современном «ускорившемся» мире.

Несколько слов заслуживают и приложения к настоящему тому. Первое из них содержит как оценки работ и взглядов самого П.Г. Кузнецова (и положительные, и резко критические), так и его отклики на работы других ученых и исследователей. Составители сознательно не снабжают приведенные отзывы собственными комментариями, оставляя это право за читателем (и руководствуясь принципом *sapientis sat*).

Второе приложение может рассматриваться в качестве документального свидетельства, дополняющего историю ликвидации

ЛаСУРС, последовавшего преследования Побиска Георгиевича со стороны правоохранительных органов и «карательной психиатрии» и, в конечном итоге, «воскрешения из пепла» (восстановления в институте и партии и т.д.). Совершенно замечательной в контексте этой истории видится солидарность маститых ученых — коллег, соратников и друзей П.Г. Кузнецова, «единым фронтом» выступивших в его защиту в критический момент.

Издание научных трудов П.Г. Кузнецова продолжается в рамках реализации решения международной научной конференции, посвященной 90-летию П.Г. Кузнецова, состоявшейся 29 мая 2014 года в Президиуме РАН. Публикация осуществляется под эгидой Международной научной школы устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова и Русского космического общества.

В планах составителей имеется выпуск 6-го тома «Науки развития Жизни». Предположительно в него войдут (по крайней мере, частично) конспекты и стенограммы лекций, прочитанных П.Г. Кузнецовым в 1990-е гг. Указанные лекции (при некоторой эклектичности и фрагментарности) представляют собой изложение «зрелой» научной концепции Побиска Георгиевича в целом и охватывают в той или иной мере все темы, освещенные в предшествующих томах «Науки развития Жизни».

В работе над бумажными и электронными материалами, подборе, систематизации и издании научных трудов П.Г. Кузнецова, которые представлены в настоящем сборнике, в разное время принимали участие члены Международной научной школы устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова и Русского космического общества: Б.Е. Большаков, В.С. Чесноков, В.И. Беляков-Бодин, В.М. Капустян, А.Е. Петров, А.Е. Арменский, С.И. Курсакин, Д.А. Полынцев, Е.Б. Попов, К.В. Григорьева, Е.А. Горюнова, Е.Ф. Шамаева, А.А. Гапонов и другие.

Составители сборника выражают глубокую благодарность всем, кто так или иначе принимал участие в его создании (находил и предоставлял исходные материалы, занимался их обработкой и т.д.).

Председатель Президиума Русского Космического Общества, ведущий научный сотрудник Института социально-экономических проблем народонаселения ФНИСЦ РАН, доцент государственного университета «Дубна», кандидат технических наук, доцент

Е.Ф. Шамаева

Заместитель начальника отдела технической диагностики взрывопожароопасных производственных объектов ООО «НТЦ «Анклав», выпускник аспирантуры кафедры устойчивого инновационного развития государственного университета «Дубна»

Е.Б. Попов

ВВЕДЕНИЕ В СЕТЕВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Кузнецов П.Г.

Отчет об опыте введения систем сетевого планирования и управления в научно-исследовательские и проектные работы¹

Введение

Системы сетевого планирования и управления (СПУ) возникли менее 10 лет тому назад. По этой причине еще не очень хорошо известно, что изменилось от появления этого открытия. Мы не используем гиперболичность сравнения, если будем утверждать значительно большее значение систем СПУ, чем создание ядерной энергетики.

Системы СПУ являются результатом объединения идей проектирования больших систем и технических средств машинной математики. Возникновение систем СПУ (их рождение) сделало совершенно прозрачной деятельность руководителя любого уровня: оно позволило точно указать, что должен и что не должен делать руководитель. В настоящее время назревает острый конфликт между традиционными и современными методами руководства. По этой причине весьма желательно указать характерные признаки новых систем планирования и управления.

I.

—*Quantum scimus, quantum memoria tenemus*” («столько стоим, сколько удерживаем в памяти») — это изречение древних как нельзя более применимо к появлению новых систем планирования и управления. Новые системы управления — это, в первую очередь, новые виды памяти, позволяющие руководителю **«все помнить»**. Библиотека им. В.И. Ленина тоже представляет собою своеобразную «память», накопленную человечеством. Однако эта книжная «память» не является оперативной памятью, памятью руководства к действиям. Современные машинные информационные системы, частным случаем которых являются системы СПУ, характерны большими объемами хранимых сведений, оперативно выдаваемых руководителю. Как только машинные информационные системы обнаружили свою способность с удивительной скоростью выдавать руководителю сведения в рабочем виде, естественно возникла

¹ Текст публикуется согласно рукописному документу, приблизительно датированному 1965-66 гг. Публикуется впервые.

потребность в научном анализе того, что должен помнить и чего не должен помнить руководитель.

Именно память руководителя и представляет собою то, что в обыденной жизни носит название «знание» и «опыт». Достаточно представить себе, как выглядит руководитель, который внезапно лишился памяти. С другой стороны, можно рассмотреть рядом двух руководителей, один из которых обладает памятью, в десять раз превосходящей память другого. Наконец, можно рассматривать руководителя, который к своим знаниям и опыту еще присоединяет в сотни раз больший объем знаний и опыта других людей. Последний пример и есть пример того, что такое руководитель, сознательно использующий систему сетевого планирования и управления.

Сознательное нежелание использовать доступное расширение памяти на базе машинных информационных систем должно рассматриваться как уклонение от нормы, но не как общее правило. Через 10-20 лет процесс расширения памяти руководителей всех уровней примет такой размах, что наши современные методы руководства будут отнесены к разряду «кустарей-одиночек без мотора».

2. Права руководителя

Руководитель — это человек, накладывающий ограничения на деятельность других людей. Данные ему права он использует для запрещения деятельности подчиненных, при условии, что эта деятельность «не нужна», «нецелесообразна», «вредна». Эффективное использование права руководителя оказывается невозможным при отсутствии **знания**, что делать нужно и что именно делать **не нужно**.

Т.о., мы приходим к выводу, что для эффективной реализации своего права руководить необходимо иметь в памяти руководителя **все**, что нужно делать возглавляемому им коллективу. В этом случае принятие руководителем решения об использовании своего права осуществляется по следующей блок-схеме:

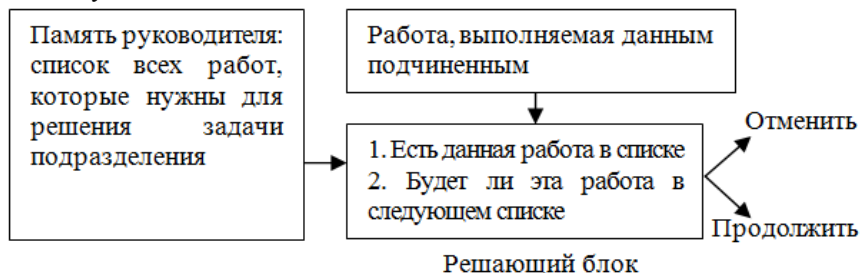


Рис. 1. Блок-схема решения руководителя

Из приведенной блок-схемы видно, что руководитель эффективно использует свое право лишь при наличии списка нужных работ. Можно полагать, что список нужных работ должен быть как-то упорядочен, т.е. работы в этом списке должны следовать по степени уменьшения их важности. Самые последние работы списка представляют собою те работы, с которых руководитель «мобилизует внутренние ресурсы» для форсирования наиболее важных работ (в начале списка).

3. Обязанности руководителя

Если руководитель имеет право накладывать ограничения на деятельность других людей, то это право **следует** из того, что у руководителя в памяти **есть список** работ, которые нужно делать. По этой причине создание такого списка работ и представляет собою **главную обязанность** руководителя. Этот список работ можно получить на интуитивном уровне — он известен в обыденной жизни как **план**, реализуемый данной организацией.

Принято думать, что план дают «сверху». На самом деле этот план составляют «снизу», а «сверху» утверждают, корректируя его («накладывая ограничения» по бюджету).

Рассмотрим блок-схему составления плана, которая и является отображением этой деятельности руководителя.

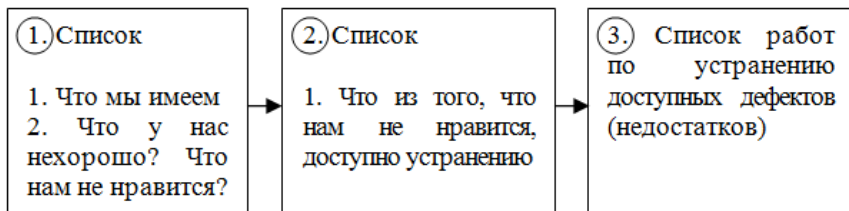


Рис. 2. Блок-схема составления плана

Идеальным случаем руководителя был бы человек, который все это мог бы удерживать в памяти. Первый элемент памяти — это два списка:

1. Список всего того, что есть, относящегося к компетенции данной организации.

Эта область перекрывается работой так называемых служб научной информации. От качества этой работы зависит отсутствие работ по изобретению «велосипедов».

2. Список дефектов наиболее совершенных материалов, оборудования, технологических процессов, теорий и т.п., относящихся к компетенции данной организации.

Эта область частично перекрывается той же информационной службой и при отсутствии хорошо установленной задачи дает очень рыхлый и не оперативный материал. Должна существовать специальная служба, пополняющая список «Что не хорошо? Что нам не нравится?». Это «критическая» служба, а критику, как известно, никто не любит. Создание такой критической службы в каждом подразделении — непереносимое условие высокого качества работы следующего элемента системы.

В настоящее время все ведущие американские фирмы и корпорации имеют отделы (группы) «исследования операций», т.е. подразделения, которые реализуют эту функцию и охватывают деятельность других элементов блок-схемы рис. 2.

Если «критическая» служба отсутствует, то руководитель обнаруживает в первом списке сведения о наличии объектов, известных в мировой практике, но отсутствующих у нас. В этом случае, по принципу «как у Джонса» появляется предложение: «Воспроизвести». Мы не оставили в блок-схеме рис. 2 этой процедуры создания «цельнотянутых» объектов. Для такого объекта можно получить список блока 2 под названием «Список того, что должно быть». Этот список представляет собою список технических характеристик или список свойств, которые должны наблюдаться у материала или технического средства.

Функциональное назначение деятельности, охватываемой блоком 2 на схеме — это формулировка конечных целей или четкая постановка задачи, решаемой данной организацией. Этот список конечных целей, как точная формулировка проблемы, является необходимым и достаточным условием для деятельности блока 3 — составления списка работ, необходимых для достижения конечных целей.

Блок 3, состоящий из списка работ, и представляет собою функциональный блок системы сетевого планирования и управления. Описание работы системы СПУ дано ниже. Но не следует забывать, что система СПУ эффективно работает при дополнительном условии: эффективно работают и другие части цикла.

4. Организационная структура подразделения, обеспечивающая как реализацию прав руководителя, так и выполнение обязанностей

Проведенное выше описание позволяет установить некоторые организационные механизмы, обеспечивающие работоспособную структуру. Нетрудно видеть, что каждая организация подобна живому организму: она меняет свою структуру при каждом изменении метода решения основных задач. Можно выразить функциональные

подразделения любого научно-исследовательского или проектного института следующей блок-схемой:

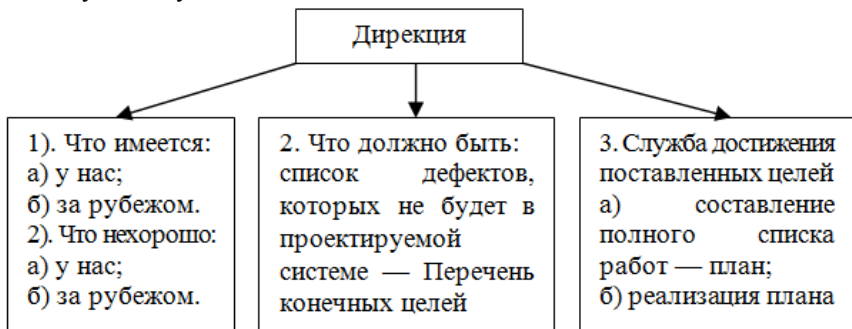


Рис. 3.

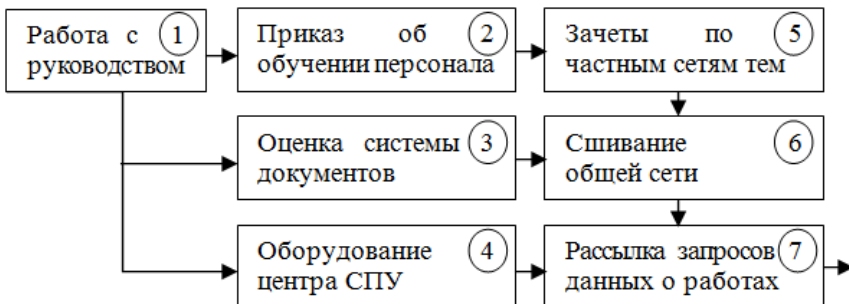


Рис. 4. Блок-схема эффективного ввода системы СПУ для управления НИИ

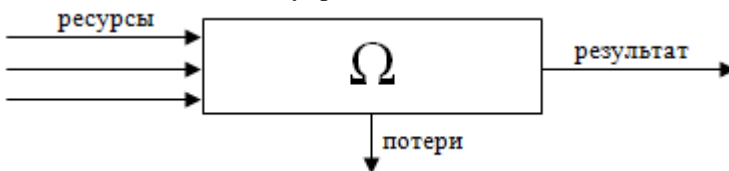


Рис. 5. Работа с руководством: определение понятия «руководитель»
(Рукопись обрывается)

Кузнецов П.Г.

О введении системы сетевого планирования и управления на комплекс работ по созданию сложного объекта²

1. Сетевая модель плана

Система сетевого планирования и управления представляет собою **инструмент** управления созданием сложных объектов.

Создаваемый объект называется **сложным**, если его создание осуществляется выполнением очень большого числа работ, тесно связанных друг с другом. План создания сложного объекта представляет собою:

- а) список всех работ, которые необходимо выполнить;
- б) список связей между работами, определяющий порядок следования работ друг за другом.

Если оба списка работ сравнительно невелики, то план работ может храниться в памяти руководителя. Если эти списки делаются большими, то приходится переносить указанные выше сведения в соответствующие документы — планы.

Анализ рукописных документов показывает, что сведения о работах и связях между ними могут быть записаны лишь в виде последовательности. Само же выполнение комплекса работ осуществляется группами параллельных работ. Выражение плана работ, отражающего как параллельность работ, так и их следование друг за другом, возможно лишь **графически** на плоскости. Простейший способ такого выражения предложен Гантом и известен как способ ленточных диаграмм. Диаграмма Ганта представляет собою список всех работ, расположенный на ординате графика, а по абсциссе графика отложено текущее время (рис. 1).

Диаграмма становится трудно обозримой для списка работ в несколько сотен. Оказывается, что она неэффективно использует плоскость. Если каждой ленточке приписать номер работы, то вертикальный масштаб может быть существенно уменьшен: это преобразование переводит каждую ленточку в стрелку (рис. 2).

² Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П.Г. О введении системы сетевого планирования и управления на комплекс работ по созданию сложного объекта. — М.: МГПИ им. В.И. Ленина, 1966. — 12 с.; в оригинале авторство работы указано так: «Главный конструктор системы СУР-МГПИ, к.х.н. П. Кузнецов».

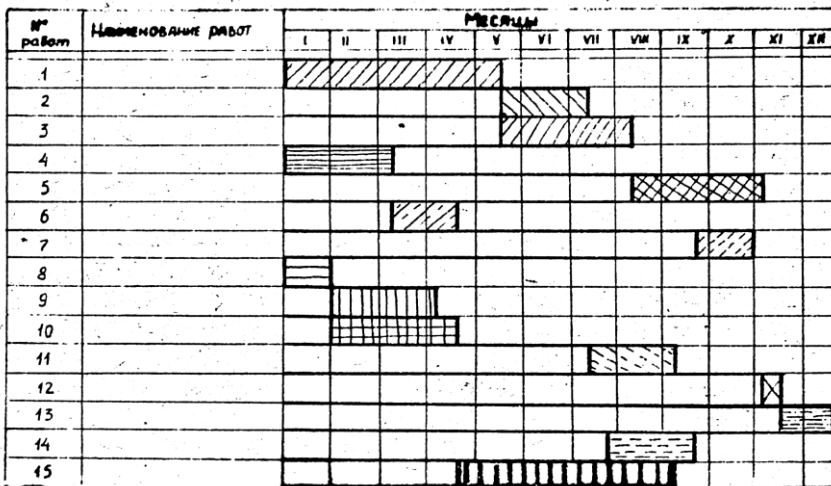


Рис. 1. План-диаграмма Ганта

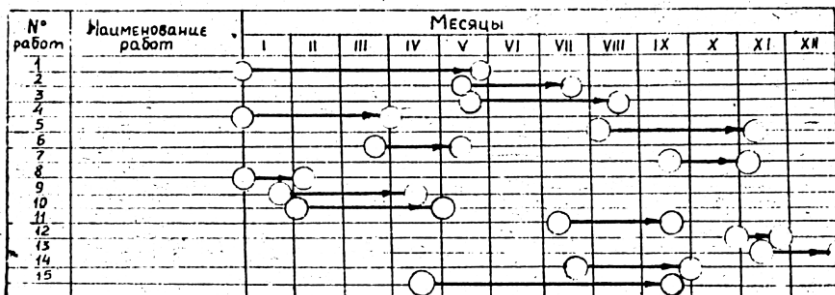


Рис. 2. Трансформация диаграммы Ганта

На рис. 2 каждая ленточка превратилась в стрелку, что сделало диаграмму более компактной. Каждую стрелку мы ограничили кружками, которые можно толковать так: «работа начата», «работа закончена».

Рассмотрение такой стрелочной диаграммы показывает, что не все работы могут быть начаты одновременно. Начало работ разбросано по всей оси времени. Их завершение также кажется распределенным по времени совершенно случайно. Анализ этой ситуации показал, что начало каждой работы становится возможным лишь после окончания одной или нескольких других работ. Эти связи между завершением одних работ и началом других не показаны в явном виде на стрелочной трансформации диаграммы Ганта. Если кружок завершения работы совместить с кружком начала последующей работы, то стрелочная диаграмма Ганта примет вид, напоминающий сеть (рис. 3).

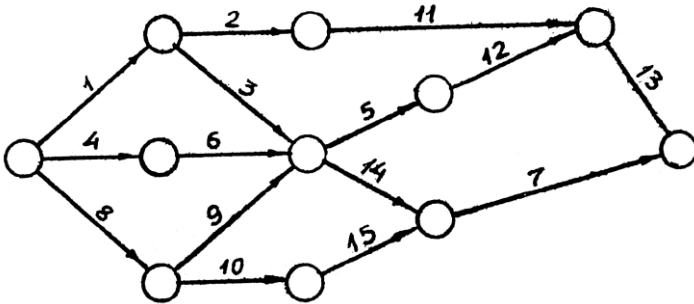


Рис. 3. Трансформация стрелочной диаграммы Ганта в сеть

Выяснилось, что план любого комплекса работ (научных, конструкторских, строительных и т.д.) всегда может быть приведен к виду, подобному сети на рис. 3. Т.о. любой план может быть представлен наглядно в виде сетевого графика и включать все множество как самих работ (список «а»), так и их связей между собою (список «б»). Вторым списком оказался выраженным входением стрелок в кружки-«события», выражающие «конец предыдущей работы (работ)».

Это содержание «события» требует нашего внимания. События представляют собою такие элементы плана, через которые взаимодействуют различные исполнители: это точки, в которых возможно возникновение всех неувязок. Предыдущая работа (работы) должны быть определены через свои результаты так, чтобы можно было быть уверенным:

- а) в необходимости получения результатов предыдущих работ —
- б) в достаточности полученных результатов предыдущих работ — для начала последующей работы.

Если результат предыдущей работы не необходим, то стрелка не входит в данное событие. Если результат недостаточен, то стрелка последующей работы не может выходить из события.

К плану, состоящему из работ и событий, предъявляется требование полноты. Сетевая модель по мере разработки может пополняться новыми работами и событиями и, наоборот, может изменяться за счет исключения некоторых работ и событий, которые оказались ненужными для достижения конечных целей проекта. Сетевая модель плана предназначена для отображения («запоминания на магнитном шите») всех работ и всех связей между работами, которые намечены к выполнению в данный момент времени. В сетевой модели

всегда одно и только одно начальное событие и одно и только одно конечное событие. Их смысл достаточно прозрачен. Начальное событие есть ни что иное как «решение создать объект». Конечное событие означает, что все работы завершены, и созданный объект принят государственной комиссией. Иногда его определяют как «акт ввода объекта в эксплуатацию подписан комиссией».

2. Превращение ПЛАНА работ в ГРАФИК работ

Для того чтобы план работ превратился в календарный график работ, необходимо:

- ввести эффективную нумерацию работ плана;
- ввести оценки длительности затрат времени на работы;
- найти самую длинную по времени последовательность работ.

В трансформации стрелочной диаграммы Ганта в сеть мы имеем нумерацию работ. Благодаря наличию событий, можно ввести нумерацию работ через события. Если мы перенумеруем события, то обнаружим, что каждой работе нашего списка соответствуют два числа:

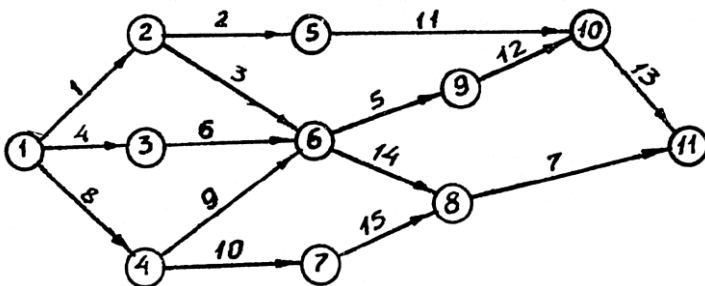


Рис. 3а. Сеть с пронумерованными событиями

Эти два числа — номер начального и номер конечного события. Действительно, составим таблицу соответственно.

Таблица №1

№№ работ	№№ событий	№№ работ	№№ событий
1	1 – 2	8	1 – 4
2	2 – 5	9	4 – 6
3	2 – 6	10	4 – 7
4	1 – 3	11	5 – 10
5	6 – 9	12	9 – 10
6	3 – 6	13	10 – 11
7	8 – 11	14	6 – 8
		15	7 – 8

Составим список работ в старых и новых обозначениях и введем еще одну графу — длительность работы. Оценку времени длительности работы дает ее исполнитель, что делает план объективным, использующим опыт и знания всех исполнителей, всего коллектива работников.

Таблица №2

№№ работы	События		Длительность (недель)
	Начальн.	Конечн.	
1	1	2	20
2	2	5	8
3	2	6	12
4	1	3	10
5	6	9	12
6	3	6	6
7	8	11	5
8	1	4	4
9	4	6	10
10	4	7	12
11	5	10	8
12	9	10	2
13	10	11	5
14	6	8	8
15	7	8	20

Отметим длительность работ на сетевом графике (рис. 4).

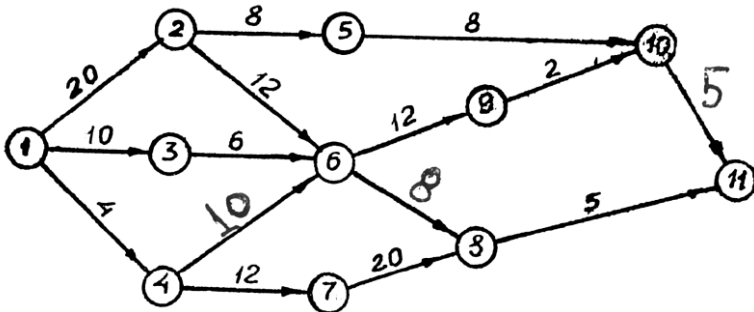


Рис. 4. Сетевой график

Изображенный на рис. 4 сетевой график представляет основу календарного графика. В нем можно найти самую длинную по времени последовательность работ, которая определяет полную длительность разработки. От события 1 к событию 11 существует несколько «путей»

через разные последовательности работ. Эти пути следующие (через номера событий):

<u>1-2-5-10-11</u>	$20 + 8 + 8 + 5 = 41$ неделя
<u>1-2-6-9-10-11</u>	$20 + 12 + 12 + 2 + 5 = 51$ неделя
<u>1-2-6-8-11</u>	$20 + 12 + 8 + 5 = 45$ недель
1-3-6-9-10-11	$10 + 6 + 12 + 2 + 5 = 35$ недель
1-3-6-8-11	$10 + 6 + 8 + 5 = 29$ недель
1-4-6-9-10-11	$4 + 10 + 12 + 2 + 5 = 33$ недели
1-4-6-8-11	$4 + 10 + 8 + 5 = 27$ недель
1-4-7-8-11	$4 + 12 + 20 + 5 = 41$ неделя

Нетрудно видеть, что срок завершения работ по всему плану не менее 51 недели. Внимание руководителя сосредотачивается на работах:

1-2	(1 — старые обозначения в списке)
2-6	(3 — _____)
6-9	(5 — _____)
9-10	(12 — _____)
10-11	(13 — _____)

Каждая задержка в выполнении именно этих работ прямо отражается на времени завершения работ над объектом.

Формированное выполнение всех остальных работ, не вошедших в этот список, не оказывает никакого влияния на завершение разработки в целом. По этой причине руководители остальных работ не нуждаются в частных контактах с руководителем проекта. Самая длинная последовательность работ носит название «критического пути», а управление с использованием сетевого графика называют «управлением по методу критического пути».

Работы критического пути определяют полную длительность проекта и требуют внимания руководства. Для этих работ можно заблаговременно подготовить условия (материалы, оборудование), которые обеспечат выполнение важнейших работ в срок.

3. Управление с использованием сетевых графиков

Составленный план-прогноз будущих работ отображается в сетевой модели. Однако как бы ни был продуман каждый элемент плана или графика, всегда возможно изменение ситуации.

Для того чтобы руководитель всегда был в курсе дел о состоянии работ, вводится ряд организационных процедур, устанавливающих состояние разработки.

Рассмотрим возможные изменения сетевого графика:

1. Изменение списка работ.

2. Изменение списка связей между работами.

3. Изменение длительности отдельных работ.

Никаких других изменений в сетевом графике произойти не может.

Изменение списка работ возможно по следующим четырем причинам:

а) работа завершена;

б) установлено, что эту работу делать не нужно — ее можно исключить;

в) установлено, что при составлении исходного плана мы упустили одну или более работ, и их нужно ввести в план;

г) установлено, что нужно изменить содержание работы.

Изменение списка связей возможно лишь в двух вариантах:

а) установлена новая связь между работами;

б) установлено, что работы не имеют связи.

Изменение длительности работ также имеет два варианта:

а) установлено, что длительность работы больше, чем давалось в оценке;

б) установлено, что длительность работы меньше, чем давалось в оценке.

Вполне возможно, что в различных элементах исходного плана через некоторое время произойдут все восемь типов изменений. Такую вещь можно наблюдать, если изменился технический подход (выбран новый путь) к решению поставленной задачи.

Так как все возможные изменения сетевого графика известны заранее, то служба сетевого планирования обязана контролировать эти изменения. Это обеспечивается соответствующими документами запроса, в которых ведущие исполнители с минимальными затратами времени указывают происходящие изменения.

Процедура опроса всех ответственных исполнителей регулярно повторяется с периодом от 2-х до 4-х недель.

Служба сетевого планирования, обрабатывая заполненные исполнителями запросы, представляет руководству исправленную сетевую модель для принятия решений.

Общий вид блок-схемы обработки данных представлен на рис. 5.

4. Нужно ли вводить сетевое планирование?

Лучшее понимание можно получить при другой постановке вопроса: можно ли не использовать в создании сложного объекта эффективной техники запоминания и анализа плана?

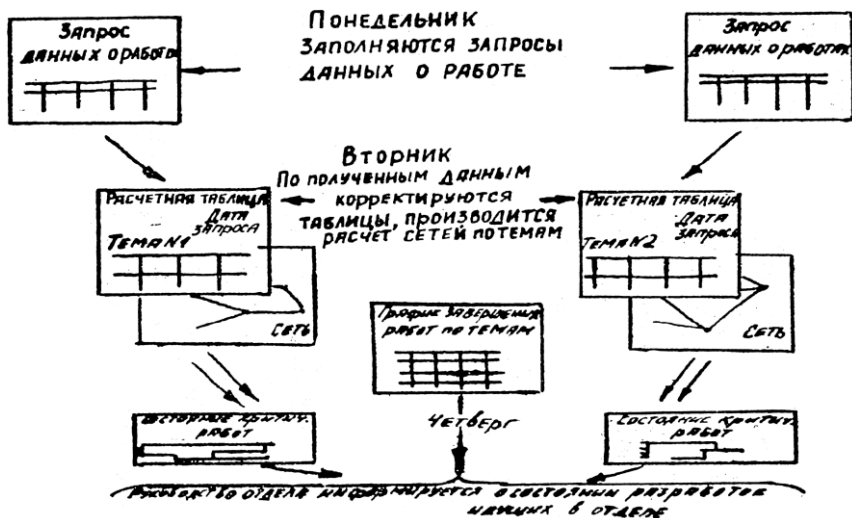


Рис. 5. Последовательность обработки данных в информационной системе «СЕТЬ-1»

Американский и советский опыт использования системы сетевого планирования и управления показывает, что чем сложнее проект, тем больше эффект применения системы. Затраты на систему сетевого планирования составляют около 1-1½% от стоимости проекта, но за счет более точного учета ситуации оказывается возможным устранить около 5% работ, которые не нужны для достижения конечной цели. Кроме того, срок завершения работ над проектом оказывается на 10-15% меньше (благодаря сосредоточению ресурсов на критическом пути), чем без применения указанной системы.

Беляков-Бодин В.И., Кузнецов П.Г., Шафранский В.В. **Системы «СПУТНИК»³**

1. Функционирование системы СПУТНИК-1

Системы Сетевого Планирования и Управления Тематическими Научно-исследовательскими Коллективами (СПУТНИК) рассматривают управление научными разработками в коллективах, задачей которых является достижение целей, поставленных коллективу извне. Коллективы предполагаются замкнутыми по ресурсам в том смысле, что поток ресурсов всех типов неуправляем и представляет из себя известную функцию времени. (Поведение систем, открытых по ресурсам, также поддается формализации, но описание соответствующей методики выходит за рамки данной работы).

В настоящее время в тематических научных коллективах указанного типа мы различаем три организационных механизма:

1. Механизм достижения поставленной цели.
 - 1.1. Иерархия целевых руководителей (ЦР_i).
 - 1.2. Ответственные исполнители (ОИР).
 - 1.3. Служба планирования по целям (СПЦ).
 - 1.3.1. Группа анализа разработки (ГАР).
 - 1.3.2. Группа подготовки данных (ГПД).
 - 1.3.3. Группа технических процедур (ГТП).
2. Механизмы организации работы подразделений.
 - 2.1. Иерархия руководителей подразделений (РП_i).
 - 2.2. Служба планирования по подразделениям (СПП).
3. Механизм служб обеспечения.
 - 3.1. Служба научного роста организации.
 - 3.1.1. Обеспечение кадрами (СОК).
 - 3.1.2. Обеспечение информацией (СОИ).
 - 3.1.3. Повышение научного авторитета организации (патентный отдел, редакционно-издательский отдел и т.д.).
 - 3.2. Служба хозяйственного обеспечения.
 - 3.2.1. Финансовое обеспечение (СФО).
 - 3.2.2. Материально-техническое обеспечение (СМТО).
 - 3.3. Служба изоляции от внешних воздействий.
 - 3.3.1. Обеспечение помещений (СОП).

³ Текст публикуется согласно изданию: Пути автоматизации научно-исследовательских работ (материалы симпозиума). — М.: ВЦ АН СССР, 1968. — С. 38-58.

3.3.2. Служба режима (СР).

Различные компоненты этих механизмов взаимодействуют друг с другом, осуществляя организационные процедуры, каждая из которых характеризуется:

1. Указанием назначения процедуры;
2. Указанием ее исполнителя;
3. Списком форм документов на входе процедуры;
4. Списком форм документов на ее выходе;
5. Описанием процедуры.

В первом варианте системы СПУТНИК, внедряемом в настоящее время в 2-х организациях, мы рассмотрели функционирование механизма 1.

Достижение некоторой цели K (см. рис. 1) начинается с процедуры выдачи задания на ее достижение (событие H — «задание выдано») и назначения лица $ЦР_0$, ответственного за достижение цели. По выходу из этой процедуры возможно три варианта:

1. $ЦР_0$ не считает обязательным для себя непосредственно руководить решением задачи. В таком случае выполняется процедура передачи ответственности, которая ставит во главе данного проекта новое лицо $ЦР_0$ и изменяет веса $ЦР_0$ в таблицах наказания и поощрения. $ЦР_0$ сохраняет право отмены своего решения.
2. $ЦР_0$ может написать полный список работ, необходимых и достаточных для решения задачи. Тогда он становится ответственным исполнителем работы; соответственно изменяются его веса в таблицах наказания и поощрения.

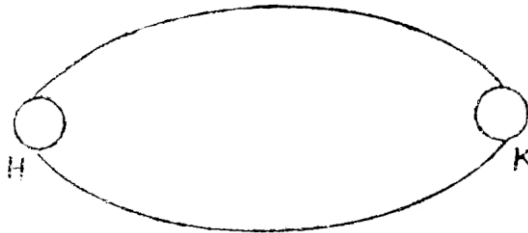


Рис. 1

3. $ЦР_0$ решил руководить данной темой, но в силу ее сложности не может написать полного перечня работ. В таком случае производится процедура разбиения цели на подцели и назначения ответственных за каждую подцель. К сожалению, в настоящее время не существует формального аппарата разбиения задачи на подзадачи. Поэтому в СПУТНИКе-1 мы можем предложить

пользователям только рекомендации («уровень 1» в терминологии СПУТНИКа; различаются также следующие уровни: инструкция, алгоритм и программа) в отношении целей и подцелей. Правильное разбиение в основном определяется умением руководителя так расчленить еще несуществующий сетевой график разработки, чтобы разорвать минимальное число связей (см. рис. 2).

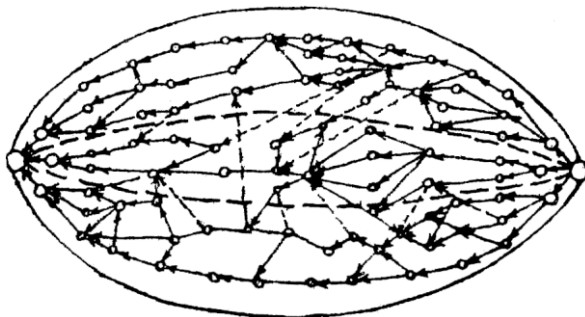


Рис. 2. Разбиение задачи на подзадачи. Связи (работы), отмеченные пунктирной линией, при этом теряются и должны быть впоследствии восстановлены

Правда, в системах СПУТНИК предусмотрены специальные средства восстановления потерянных связей (так называемые «листы согласования»), однако эффективность применения системы сильно зависит от правильного проведения процедуры разбиения. Вопросы формализации и автоматизации этой процедуры находятся сейчас в центре внимания разработчиков системы СПУТНИК. Однако целостного аппарата пока создать не удалось, несмотря на то, что ряд конкретных приемов отчетливо просматривается (разбиение в первую очередь по функциям, а уж потом по этапам; разворачивание в список всех слов, употребленных во множественном числе; интерпретация свойств как списков показаний приборов и т.д.). Почти такое же положение и в отношении следующей за разбиением процедуры назначения ответственного за подцель. Здесь причина затруднения в том, что мы не знаем (несмотря на ряд исследований по этому вопросу — см. работы [1, 2]⁴), какими числами следует характеризовать руководителя. Таким образом, конечный результат этой процедуры сильно зависит от интуиции проводящего ее исполнителя.

⁴ В настоящем издании список литературы к данной работе не приводится. — *прим. сост. Е.Б. Попова.*

С момента назначения ответственного за подцели процесс начнет рекурсивно повторяться, причем вновь назначенные целевые руководители ($ЦР_i$) более низких ярусов участвуют в процедурах так же, как вначале $ЦР_0$.

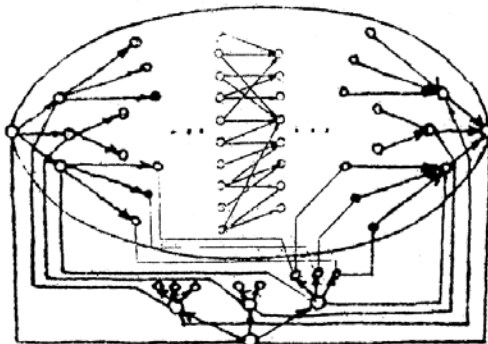


Рис. 3. Создание скелетов разработки и проводящей ее организации

Таким образом, нулевое приближение («скелет») структуры сети (которая сама является моделью структуры разработки) представляет из себя два противоположно-ориентированных дерева (рис. 3). Левое дерево отражает выдачу все более и более детализированных заданий, правое — сборку все более и более крупных объектов (подсистем). На самом нижнем уровне при этом окажутся элементарные работы, соединяющие элементарные задания и элементарные объекты. Однако такое представление нижнего уровня, давая правильное отображение целевой структуры разработки, плохо отражают структуру работ, поскольку, например, работы по изготовлению гайки для мотора и гайки для колеса могут оказаться разнесенными как угодно далеко. Поэтому имеет смысл объединить окончания элементарных работ в классы однотипных событий, что приведет к появлению перекрестных связей на двух соседних уровнях: предыдущем и последующем. Одновременно с построением скелета плана строится скелет организованного механизма достижения цели. Он состоит из иерархии целевых руководителей (гомеоморфной дереву выдачи заданий), которые на самом нижнем уровне превращаются в Ответственных Исполнителей Работ. Последними, по определению, считаются руководители, которые могут написать полный список работ, необходимых для достижения поставленных перед ними целей. Первое приближение структуры сети образуется как раз из фрагментов сетей, представленных ОИРами. Однако эта процедура «сшивания» сети не может сама по себе обеспечить

создание адекватного плана разработки, так как она не рассматривает вопроса, откуда берутся задания, выдаваемые ОИРам. Одной из процедур, обеспечивающей, наряду с процедурой разбиения, уточнение стоящей перед ЦР или ОИР задачи, является процедура согласования. Рассмотрим ее несколько подробнее.

При разбиении цели на подцели, кроме перечисления возможных путей решения проблемы (технических вариантов построения системы), определения функциональных частей (подцелей) каждого из этих путей и назначения ответственных за каждую подзадачу, оговаривается список взаимных поставок: информационных, материальных и энергетических. (Поставки, упущенные при первом обсуждении, восстанавливаются в дальнейшем с помощью «листов согласования» — специальных документов, циркулирующих в системе СПУТНИК). Поставка, оговоренная на некотором уровне руководства, представляет из себя не реальную работу, которую один ЦР должен сделать для другого, а только информационную связь между ними (на рис. 4 эта связь обозначена пунктирной линией). После проведения каждым из них процедуры разбиения задачи на подзадачи эта информационная связь спускается на следующий уровень иерархии, разбиваясь, быть может, на несколько.

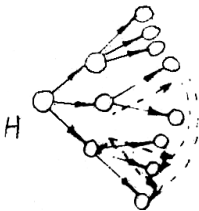


Рис. 4. Перенесение информационных связей (указанных пунктирной линией) на более низкий уровень

Задание для ЦР включает в себя не только создание «локальной» подсистемы, но и выполнение оговоренных поставок. Поскольку процедура согласования всегда следует за процедурой разбиения задачи на подзадачи, она так же, как и последняя, повторяется рекурсивно до тех пор, пока не находит своего ОИРа и не превращается в список работ. Так возникает второе приближение структуры сетевого плана (рис. 5), в котором уже могут просматриваться большие фрагменты, отражающие создание подсистем, необходимых для выполнения отдельных работ.

Это приближение, в свою очередь, не является окончательным, а служит лишь основой для составления сетевого графика, получаемого для сетевого плана после процедуры расчета сети по времени, перераспределения ресурсов (с целью сокращения длины критического

пути) и пересмотра технических характеристик подсистем (если директивные сроки требуют этого). Наконец, сетевой график, являющийся результатом этапа планирования, постоянно уточняется на этапе управления разработкой. Эти уточнения производятся Группой Анализа Разработки как периодически (раз в 2 недели, после получения ответов на Запросы Данных о Работах и Запросы Данных о Событиях), так и аperiodически, по мере поступления сведений о параметрах разработки.

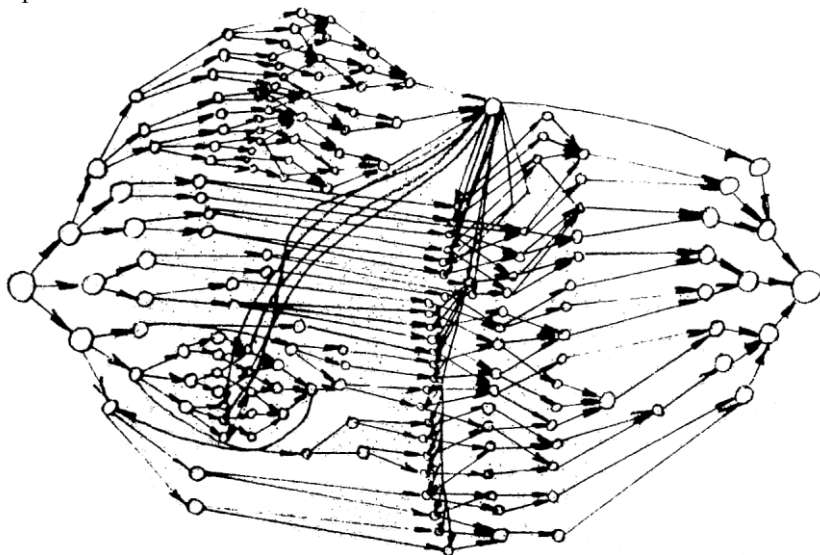


Рис. 5. Структура разработки после превращения информационных связей в работы

Разработчики системы СПУТНИК-1 считали своей основной задачей максимально полное рассмотрение организационных механизмов и организационных процедур в научных коллективах. Гораздо меньше внимания обращалось на уровень описания процедур. Поэтому на уровне 4 (являющемся конечной целью) были описаны лишь немногие процедуры, относящиеся, в основном, к обработке сетевой информации. Эти описания все вместе составляют машинную часть системы СПУТНИК-1. Приведенная на рис. 6 схема иллюстрирует взаимоотношения этой части с другими частями системы. Разумеется, схема эта не описывает информационную структуру всей системы в целом; поэтому, в частности, она не одинаково подробна на всех уровнях обработки данных: узлы и потоки информации вблизи машины указаны более подробно, чем вблизи ответственных исполнителей работ.

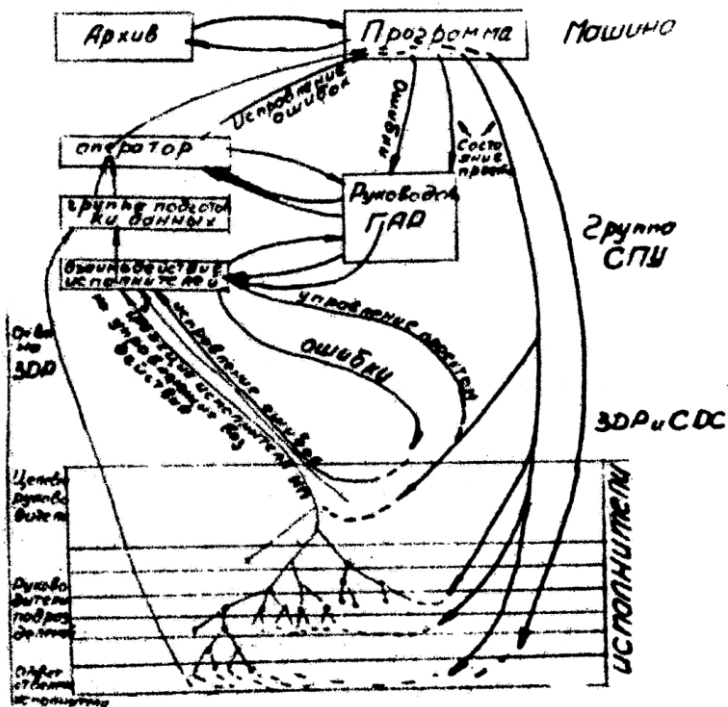


Рис. 6. Схема потоков информации в системе СПУТНИК

Машинная часть системы СПУТНИК-1 выполняет следующие функции:

1. Ввод текущей информации о состоянии разработки с перфоленты (5 или 8 дорожек) или перфокарт в кодировке, предусмотренной ГОСТ 10859-64 и МТК-2 (для 5-канальной перфоленты).
2. Выдачу информации об ошибках, допущенных при составлении и кодировке сети.
3. Пополнение, размножение и вывод постоянно хранящегося архива, содержащего все данные о текущем состоянии разработки, а также некоторые сведения о происходивших изменениях и о взаимодействии машинной части системы СПУТНИК с другими частями.
4. Временный расчет сети.
5. Выдачу данных о состоянии разработки с возможной сортировкой в соответствии с заданной иерархией.
6. Формирование Запросов Данных о Работах и Запросов Данных о Событиях.

7. Опережающую выдачу на телетайп длины критического пути.

В машинной системе существуют три уровня представления информации о работах и событиях: внешний, архивный и внутренний. На внешнем уровне работы и события представляются в виде стандартных строк. В СПУТНИКе-1 представление строк жестко зафиксировано (см. рис. 7) и одинаково для всех документов.

№ п/п	Шифры организ.			Коды событ.		Описание	Оценки			Факт нач.	Факт кон.	План. дата	Резерв	Нач. ранн.	Кон. поздн.	М	Примечание
	Пост.	Исп.	Пол.	Нач.	Кон.		Опт.	Вер.	Пес.								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		

Рис. 7. Формат строк в документах системы СПУТНИК-1

В архиве работы и события представляются в виде документов, каждый из которых занимает ровно 16 машинных слов. Архив расположен на магнитной ленте и является основной формой информации. Наконец, для конкретного расчета в оперативной памяти машины может быть образована форма, при которой вся необходимая информация о некоторой работе или событии записывается в одно машинное слово.

Одно или несколько событий сети могут быть объявлены директивными, т.е. им приписывается некоторая плановая дата. В таком случае для вычисления резерва всех событий, входящих в минус-транзитивное замыкание директивного, берется плановая дата, а не поздняя допустимая. Если некоторое событие входит в минус-транзитивное замыкание нескольких директивных, то в качестве его резерва берется минимальный из рассчитанных. Таким образом, резерв времени, печатаемый в графе 14, может быть отрицательным. Введение отрицательных резервов времени дает некоторые дополнительные возможности управления проектом.

2. Базовые концепции и пути развития систем СПУТНИК

Базовыми концепциями систем СПУТНИК являются:

1. Первоочередное внимание к правильному формулированию целей и подцелей.
2. Целевое руководство выполнением программ.

3. Системный подход к разработке со стороны разрабатывающей организации (частным случаем является наш собственный подход к разработке СПУТНИК-1).
4. Введение специальных средств коррекции работы системы управления.

Первое, с чего начинает функционировать система, — это уточнение цели разработки. В этой процедуре должно быть точно определено, в чем состоит задачи, которую нужно выполнить, в каких условиях будет работать создаваемая система, как оценивать ее эффективность.

Если цель была сформулирована неточно, то как бы хорошо она ни была реализована, созданная система не будет жизнеспособной. Поэтому этап уточнения цели очень важен и не должен остаться вне внимания системы планирования и управления достижением поставленной цели. Могут быть две причины, по которым возможно возникновение ошибки по постановке задачи:

1. В силу недостаточно глубокого анализа условий, в которых будет функционировать система, у выдающего задание возникает неправильное представление о задачах, которые она должна выполнять.
2. На этапе выдачи задания в силу несогласованности в терминологии и других ошибок может исказиться смысл задания.

Эти две ошибки могут быть допущены как одновременно, так и порознь. Поэтому необходимо введение процедур, которые должны исключить ошибки первого и второго типов. Заданию на создание новой системы всегда предшествует осознание необходимости «закрывать бреши», которые возникают из-за того, что уже существующие системы не покрывают всех задач организации. Поэтому работа по исключению ошибок первого типа должна проходить по следующим процедурам:

- 1) анализ организации-заказчика;
- 2) анализ существующих систем у организации-заказчика;
- 3) выдача задания на создание новой системы.

С этой работы, по существу, должна начинать свою деятельность группа комплексного проектирования новых систем, которая будет элементом организационного механизма дальнейших модификаций системы СПУТНИК. Эта группа должна затем оценить принципиально различные варианты достижения цели и разработать аван-проект создания системы.

Исключение ошибок второго типа должно пойти по пути создания специальных средств связи, обеспечивающих высокую надежность передачи информации. Можно наметить следующие основные пути решения этой задачи:

1. Создание специализированного «системного» языка, в котором четко и недвусмысленно можно было бы описывать систему и ее функции. Этот язык или его различные варианты будет очень полезен на всех уровнях взаимодействия.
2. Разработка итеративных процедур уточнения поставленной задачи, подобных описанным в работах [3, 4].

Следующей базовой концепцией системы СПУТНИК является целевое руководство выполнением проекта. Целевые руководители различных уровней образуют скелет организационной структуры, причем этот скелет соответствует структуре поставленной цели и строится специально для нее. По сути дела, именно это и порождает все потенциальные преимущества целевого планирования. На наш взгляд, целевой руководитель, объединяющий всю ответственность за выполнение задания и все ресурсы, отпущенные на его реализацию, является единственным лицом, которое способно в принципе обеспечить закономерный успех любой разработки.

Краеугольным камнем систем СПУТНИК является системный подход ко всему комплексу работ. Подход этот в СПУТНИКе-1 проявился дважды.

Во-первых, системным было рассмотрение функционирования организации. Вследствие этого был выделен ряд организационных процедур, ранее ускользавших их поля зрения исследователи. Разумеется, с другой стороны, это привели к тому, что некоторые процедуры оказались неформализуемыми на нынешнем уровне развития науки.

Во-вторых, организация, создаваемая и управляемая по системе СПУТНИК, также руководствуется системным подходом к решению своих задач. Преимущества такого подхода здесь еще более ощутимы.

Системная подготовка информации по всем выполняемым работам высвобождает время и внимание руководителя для концентрации усилий на решении основных научных и технических проблем. Системное руководство приучает каждого работника:

1. правильно формулировать цели своей работы;
2. понимать ее место в общей программе;
3. следить за своевременным окончанием исходного этапа работ;

4. следить за тем, чтобы не было ни одной забытой работы и не делалось ни одной лишней.

Системный подход обеспечивает руководителей наиболее важной информацией. В состав системы включаются и будут включаться новые организационные процедуры, которые по любой поставленной перед организацией задаче позволяют узнать:

- 1) в какой срок она должна быть решена;
- 2) сколько и каких специалистов будет занято на ее решении;
- 3) сколько и каких ресурсов потребуется для решения данной задачи.

В случае необходимости форсировать решение отдельной задачи или разработки:

- 4) когда может быть завершена форсируемая тема при привлечении дополнительных сотрудников;
- 5) какие именно сотрудники могут быть привлечены к форсируемой теме без существенного ущерба для остальных работ;
- 6) когда будут завершены темы, с которых снята часть исполнителей.

По деловым и научным качествам каждого ведущего сотрудника организации:

1. какую именно работу выполняет данный сотрудник в данный момент;
2. когда и с каким результатом он должен завершить выполняемую им работу;
3. сколько и каких именно работ выполнил данный сотрудник за все время работы в данной организации, и какими результатами были завершены эти работы.

В аппарат математического и процедурного обеспечения системы СПУТНИК будут включаться новые разрабатываемые алгоритмы: распределения ресурсов, информационного обеспечения, материально-технического снабжения, финансового обеспечения и др. При этом дальнейшие модификации системы СПУТНИК сохраняют все имеющиеся организационные процедуры и лишь расширяют их круг.

Последней по счету (но не по значению) концепцией системы СПУТНИК является введение специальных средств обнаружения рассогласования между реальным течением разработки и предсказаниями сетевой модели.

В СПУТНИКе принята запросная система сбора данных (Запрос Данных о Работах и Запрос Данных о Событиях) с двухнедельным циклом опроса. В дальнейшем на нее будет наложена аperiodическая система опроса, при которой ЭЦВМ, находящаяся все время в дежурном

режиме, будет посылать ОИРам Запрос Данных о Работях в тот момент, когда эти работы должны были закончиться. Точнее говоря, вся информация будет обрабатываться и доводиться до адресата практически сразу же после ее появления. В СПУТНИКе введен также такой документ как листы согласования, задачей которых является восстановление связей, порванных во время выдачи отдельных заданий разным исполнителям. В машинной части систем СПУТНИК принято правило, согласно которому ни одна перфокарта, введенная в машину, не уничтожается. Любые исправления в модели разработки могут быть сделаны с помощью специальной программы, а накопление всей имевшейся в разные моменты времени информации о проекте является незаменимым средством анализа хода разработки.

Помимо того, что постоянная корректировка сетевого графика улучшает прогноз хода разработки (а значит, и управление этим ходом), введение специальных средств обнаружения рассогласований позволяет собрать ценную информацию для развития более адекватных моделей планирования и управления.

3. Системы СПУТНИК как подход к автоматизации НИР

Системы СПУТНИК предназначены не столько для автоматизации самих НИР, сколько для управления ими.

Кроме того, это в принципе полуавтоматическая система в отличие от автоматических систем поиска информации, доказательства теорем, оптимизации расписаний и тому подобных программ, рассматривающих частные (хотя и весьма важные) стороны научно-исследовательских работ.

Кажется, однако, что развиваемый подход «сверху» от создания аппарата формулирования цели и общих путей решения проблемы, возможно, даже более плодотворен, чем упомянутые подходы «снизу». Вывод этот, правда, сделан в рамках идеологии СПУТНИКов, утверждающей тот принцип, что разработка любой темы должны начинаться с точного формулирования ее целей. Соответственно, поиски путей автоматизации научных исследований должны начинаться с определения: что есть наука (аппарат, позволяющий делать предсказания; средство удовлетворения собственного любопытства за общественный счет; особая форма общественного сознания и т.п.)? Что должна делать система автоматизации научных исследований? Существуют ли целостные концепции создания такой системы? И тому подобных

вопросов о системе в целом⁵. Только сделав этот [шаг] (и рекурсивно повторив его для каждой из сформулированных подцелей), можно надеяться, что результаты различных конкретных работ «сошьются» друг с другом. Таким образом, первое и основное преимущество подхода «сверху» состоит в том, что он позволяет просмотреть структуру разрабатываемой темы, вовремя обнаружить забытую работу и исключить ненужную. Есть еще одно немаловажное преимущество того же характера: четко сформулированные подзадачи стимулируют исследователей более целенаправленно вести работу, рождают новые ассоциации, идеи и методы и, в конце концов, обеспечивают более эффективное развитие науки.

О третьем преимуществе подхода «сверху» хотелось бы сказать подробнее. Автоматизация планирования научных разработок есть шаг к общей автоматизации НИР, поскольку процесс создания плана достижения цели многократно проводится на самых различных этапах любой НИР. Все трудности научной работы есть, по существу, трудности планирования, связанные, как всегда, с тем, что мы либо не дали полного функционального описания того, что хотели сделать, либо не видим способов разбиения этой задачи на подзадачи. Поэтому формализация этих основных процедур является существенным этапом создания системы автоматизации НИР. Так же хорошо интерпретируется в терминах сетевого планирования и вся структура Научно-Исследовательской Работы. Каждый по собственному опыту знает, что узнать решение — это совсем не то, что решить задачу самому. Аналогия с планированием полная: структура левой половины сети на рис. 5 гораздо сложнее дерева в правой половине. Что же касается предусмотренных в системе СПУТНИК процедур выбора путей решения задачи и извлечения нужной информации из человека другой специальности, то они (на интуитивном уровне) проводятся непосредственными исполнителями НИР уже сегодня. Интересно

⁵ При более точном подходе к этой процедуре возникнет, конечно, много промежуточных вопросов. Так, совершенно ясно, что формальная система анализа задачи: **автоматизировать научные исследования** — должна на первом шаге уточнить следующие 4 пункта:

- 1) Что такое исследование?
- 2) Какое исследование называется научным?
- 3) Какие бывают научные исследования?
- 4) Что значит автоматизировать каждое из исследований, перечисленных в ответе на пункт 3)?

Однако, постепенно детализируя поставленную проблему, система анализа дойдет до указанных в тексте вопросов. Мы сделали скачок, сформулировав сразу коренные вопросы, ответить на которые сложнее, чем на промежуточные. — *прим. авт.*

рассмотреть две последние процедуры и с другой стороны. Вторая из них представляет собой пример процедуры, в принципе полностью формализуемой, хотя в настоящее время успехи в этом направлении сравнительно невелики. Некоторые подходы развиты в работах [3-6]. Процедура же путей и конструктивных решений, являющаяся, по сути, программой оптимизации поведения объекта в некоторой среде, вряд ли может быть полностью автоматизирована для сколько-нибудь интересующего нас случая, т.е. для среды и объекта достаточно сложного вида.

Причина заключается в том, что процедура эта должна содержать в качестве подпроцедуры программу генерации всевозможных поведений.

Для системы «среда – объект» достаточно сложной (не описываемой простым законом) все способы генерации по алгоритмической трудоемкости эквивалентны простому перебору. Единственным выходом является использование оптимальности, накопленной в человеке за миллиард лет развития жизни на Земле. Применяемые в настоящее время эвристические методы, диспетчерские решения в теории расписаний и т.п. приемы являются как раз попыткой использовать эту оптимальность. Кажется, что такой же должна быть концепция будущей системы автоматизации НИР: максимальное использование оптимальности, заложенной в человеке. Была бы полезно разработать схему взаимодействия различных элементов в системе «люди – машины», предназначенной для ведения НИР. В любом случае не вызывает сомнения, что единственно системный подход может обеспечить решение задачи автоматизации научных исследований.

Точно так же не вызывает сомнений, что для эффективной автоматизации НИР и даже управления НИР требуются вычислительные мощности, значительно превышающие достигнутый уровень вычислительной техники.

Так, только одна процедура расчета по времени сети весьма скромного размера (4000 событий, 6000 работ) с обслуживанием, принятым в системе СПУТНИК-1, требует почти 10^6 операций. Из перспективных разработок в области вычислительной техники только однородные вычислительные среды [7] могут обеспечить производительность, потребную для сколько-нибудь полной автоматизации научных исследований.

Авторы выражают благодарность Э.В. Евреину, Ю.Г. Косареву, С.П. Никанорову и Г.С. Поспелову, немало способствовавшим появлению настоящей работы.

Кузнецов П.Г.

О системах «СПУТНИК-СКАЛАР» для планирования и управления очень большими комплексными программами⁶

Создание современных систем вооружения, ориентированных на взаимодействие родов войск, требует использования мощных вычислительных средств. Примером вычислительного комплекса, ориентированного на разработку систем вооружения, является комплекс ИЛЛИАК-4, недавно введенный в эксплуатацию в США.

Однако использование комплекса с быстроедействием в 200 миллионов операций в секунду оказывается возможным лишь при создании достаточно удобного способа общения между комплексом и командованием. Эта задача, насколько мне известно, не решена конструктором ИЛЛИАКа-4, который приезжал в СССР и обсуждал ход своих работ в Институте математики СО АН СССР.

С другой стороны, именно этот вопрос оперативной связи сверхмощных машин с командованием или руководством решен нами в процессе разработки систем «СПУТНИК-СКАЛАР».

Если на нижних уровнях управления в системах «СПУТНИК-СКАЛАР» предусмотрено обычное сетевое планирование, то **высшие уровни руководства** избавлены от необходимости рассматривать сложную паутину связей. С изображением планов проведена операция **генерализации**, типичная для работы с картой после детальных топографических работ.

Основная идея, которая была использована при создании систем «СПУТНИК-СКАЛАР» — это зафиксированный **список возможных решений**. В реальной жизни, в боевых действиях, в научных исследованиях и разработках — существуют **типы** решений, некоторые из которых, а именно **шесть типов**, и использованы в системах «СПУТНИК-СКАЛАР».

Тип №1. Решения по типу «**кто**» — это решения по лицу, которому поручено то или иное задание. По отношению к лицу принимаются решения о наказании и поощрении, о смещении с должности и о назначении на должность.

Тип №2. Решения по типу «**что**» — это решения по **цели**, то есть по вопросу «**Что должно быть сделано?**». В решения по данному вопросу

⁶ Текст публикуется согласно машинописному документу, датированному 1968 г. Публикуется впервые.

входит изменение тактико-технических характеристик заказанного вооружения или изменение приоритета в поражении тех или иных целей.

Тип №3. Решения по типу «**когда**» указанная в пункте 2 цель должна быть достигнута. Решения могут переносить сроки, как приближая, так и отодвигая их.

Тип №4. Решения по типу «**где**» исполнителю должен осуществлять действия по достижению цели. В рамках создания систем вооружения здесь имеется в виду состав кооперации исполнителей.

Тип №5. Решения по типу «**как именно**» будет достигаться цель или по методу достижения цели. Иногда та же цель может быть достигнута другим методом с большей уверенностью.

Тип №6. Решение по типу «**сколько**» финансовых и людских ресурсов необходимо для достижения заданной цели в заданное время. Этот выделенный объем ресурсов может быть как увеличен, так и уменьшен.

Введение указанного типа решений делает доклады исполнители и оперативные совещания руководства более целеустремленными, предложения исполнителей конкретны с точным указанием, в чем они нуждаются для решения задачи.

Каждое задание представляет собой **одну строчку таблицы**, которая содержит ответ на **шесть вопросов**: «**кто**», «**что**», «**когда**», «**где**», «**как**» и «**сколько**». Каждой строчке таблицы соответствует **цветной символ** из шести секторов с цифрой в центре круга. Иерархия заданий порождает иерархию цветных кружков. Если в каком-то кружке остается не закрашенным тот или иной сектор, то это является сигналом о неясности задания для командования соответствующего уровня.

По центральным номерам кружков образуется кодовый номер задания или цели на соответствующем уровне: кнопочным номеронабирателем можно вызвать любую строчку на телевизионный экран связи вычислительного комплекса с руководителем.

Системы «СПУТНИК-СКАЛАР» могут быть использованы как для управления созданием систем вооружения, так и для оперативной работы штаба как в мирное, так и в военное время.

За счет картографического представления данных скорость передачи информации от комплекса к руководству возрастает в тысячу раз.

(Текст обрывается)

Кузнецов П.Г.

К вопросу о постановке на проектирование комплекса машинных информационных систем для решения политических, военных, экономических, научных и технических проблем⁷

Цель работы: дать возможность высшему руководству оценивать последствия принимаемых решений.

Условия (технические характеристики):

1. Постановка проблемы и ее решение представлены в привычных для высшего руководства терминах.
2. Прогноз последствий представлен в виде диаграммы (или нескольких диаграмм), координатные оси которых имеют привычные обозначения.
3. Получен полный перечень возможных решений.
4. Установлено корректное соответствие между привычным понятийным аппаратом и точными количественными характеристиками.
5. Весь комплекс машинных информационных систем выведен в рамках целостной дедуктивной системы.

1. Индуктивный ввод понятийного аппарата

Решение Можно говорить, что мы имеем дело с решением, когда имеется «н е ч т о», поступающее на один вход («вход решающего элемента»), а покидающее решающий элемент через два или более выходов («выходы решающего элемента»). Символическое изображение решающего элемента имеет вид (рис. 1).

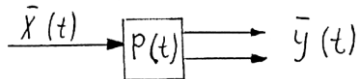


Рис. 1. «Решающий элемент»

Интуитивно ясно, что решающий элемент работает в некоторой шкале времени и принимает в конечное время конечное число решений. С другой стороны, «решения» образуют последовательность. По этой причине можно говорить о «потоке решений», т.е. о

⁷ Текст публикуется согласно машинописному документу, датированному 1969 г. Публикуется впервые.

последовательности принимаемых решений. Для каждого решающего элемента вводится «**множество допустимых решений**». Это множество определяется как «**список решаемых вопросов**».

Поток

Поток является фундаментальным понятием. Можно говорить о потоке документов, потоке материальных и духовных благ, потоке людей и т.д., т.е. любое явление мира рассматривается как частный поток. Все решения имеют отношение к тому или иному потоку. Решения не изменяют **величины** потока, но изменяют **направление** потока. Каждое решение есть **изменение долей** потока, идущих по разным направлениям.

Управление

Совокупность решений и распределение **всех** потоков будем называть управлением — U .

Мы ввели три основных понятия: решение, поток, управление. Будем считать эти понятия исходными для получения дедуктивной теории комплекса. Перенумеруем понятия и составим табличку формируемой структуры будущей теории: 1. Решение; 2. Поток; 3. Управление.

	1	2	3
1	5-6		
2		7-8	
3			9-12

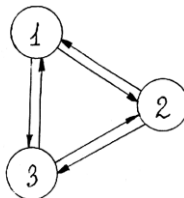


Рис. 2. Матрица и граф структуры дедуктивной теории

Будем считать, что мы имеем три множества: 1. Множество решений; 2. Множество потоков; 3. Множество управлений. Диагональные клетки матрицы предназначены для указания номеров страниц, на которых изложено описание этих множеств, а остальные клетки матрицы — для указания страниц текста, описывающих взаимодействия множеств («влияние одного на другое»).

11. Множество решений

111. Каждое решение принимается человеком. Существует множество людей L , принимающих решения. Это множество людей можно перенумеровать.

112. Каждое решение принимается во времени, т.е. требует конечного отрезка времени. Существует множество отрезков времени T , на каждом из которых могут приниматься решения.

113. Каждое решение имеет отношение к изменению направления одного из потоков. Существует конечное множество потоков π , относительно которых принимаются решения.

114. В результате каждого решения изменяется направление движения потока. Существует конечное множество направлений N , по которым может быть направлен каждый поток.

115. Существуют числа, которые являются **мерами** потоков, обозначаемые S_π . Решение об изменении направления потока приводит к изменению этих чисел $S_{\pi N}$. Сумма потоков по всем направлениям равна потоку S_π .

Проведенное описание множества решений выделило еще 5 компонент этого понятия. Их более детальное описание будет дано в другом месте, указанном в матрице и графе теории решений.

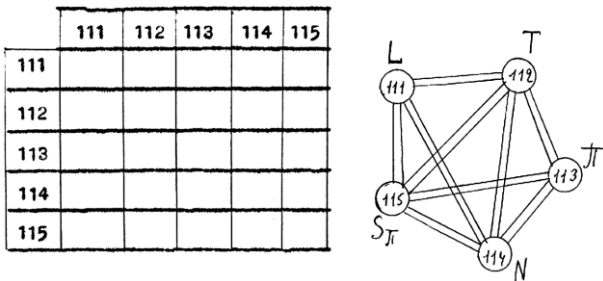


Рис. 3. Матрица и граф структуры теории решений

22. Множество потоков

221. Каждый поток π может быть либо потоком вещей π^v , либо потоком людей π^l .

222. Каждый поток π может быть либо исходящим ${}_i\pi$, либо входящим ${}_e\pi$. Исходящий поток вещей можно обозначать ${}_i\pi^v$, а исходящий поток людей ${}_i\pi^l$. Входящий поток вещей можно обозначать ${}_e\pi^v$, а входящий поток людей ${}_e\pi^l$. Существует конечное число источников потока, обозначаемое I . Существует конечное число стоков потока, обозначаемое N .

223. Можно показать, что множество стоков потока N включает в себя все множество источников I , т.е. $I \subset N$.

224. Каждый источник I обладает мерой, позволяющей выражать интенсивность потока. Это число нам уже встречалось в (115) — S_π . Однако теперь мы будем говорить, что $I_\pi \rightarrow S_\pi$, т.е. интенсивность потока I_π имеет меру S_π .

225. Существует общая мера на интенсивность всех потоков, обозначаемая S .

Приведенное описание множества потоков выделило еще 5 компонент понятия потока. Их детальное описание будет дано в другом месте.

	221	222	223	224	225
221					
222					
223					
224					
225					

Рис. 4. Матрица структуры теории потоков

33. Множество управлений

331. Множество управлений разбивается на два подмножества: «хорошие» управления U^+ и «плохие» управления U^- . Оценка качества управления и отнесение его к определенному классу определяется через изменение меры на интенсивность всех потоков — $S: S = f(U)$.

Таким образом, мы определяем отношение управления U к суммарной интенсивности всех потоков S .

332. Каждое управление отображает S_{T_1} в S_{T_2} , т.е., рассматривая U как оператор, который действует на меру интенсивности потока в момент времени S_{T_1} , мы получаем через время $T_2 - T_1$ новое значение меры интенсивности потока в момент времени $S_{T_2} = U(S_{T_1})$.

Если номенклатура потоков не изменяется, то оператор U представляет собой линейный оператор, указывающий темп роста объема производства в решении задачи линейного программирования. Этот случай не представляет большого интереса, т.к. номенклатура потоков обновляется на 10-15% в год!!!

333. Каждое управление может иметь отношение либо к изменению направления потоков, либо к изменению множества лиц, принимающих решения. Естественная смертность лиц, принимающих решения, требует управления потоком людей, которые будут принимать решения.

334. Мера на интенсивность всех потоков зависит от числа источников и от интенсивности каждого источника. Каждый источник является одним из направлений потока. Разница между всеми направлениями стока N и направлениями стока на источники N_i есть поток на создание новых источников $I_{T_2}: I_{T_2} = \varphi(N - N_i)$.

Каждый сток, который не был источником, через некоторое время порождает прирост интенсивности потока, т.е. выступает как источник потока. Это может быть поток существовавшей номенклатуры либо поток новой, ранее неизвестной, номенклатуры.

335. Будем называть поток на источники N_I — поток на сохранение источников.

Будем называть поток на создание источников известной номенклатуры — потоком на рост.

Будем называть поток на создание источников новой, ранее неизвестной, номенклатуры — потоком на развитие.

В силу принятых обозначений будем рассматривать управление как сумму трех управлений: U_1 — управление сохранением потоков, U_2 — управление ростом потоков, U_3 — управление развитием потоков: $U = U_1 + U_2 + U_3$.

Приведенное описание множества управлений выделило 5 компонент понятия управления. Их детальное описание будет дано в другом месте.

	331	332	333	334	335
331					
332					
333					
334					
335					

Рис. 5. Матрица структуры теории управлений

33. Воздействия решений на потоки

Рассмотрим, каким образом решения и их компоненты оказывают действие на потоки. Очевидно, что описание будет связным, если мы рассмотрим влияние каждого компонента решения на каждый компонент потока. В первом приближении это рассмотрение можно начать с [влияния] компоненты 111 на компоненту 221 (чисто формальный просмотр возможных связей).

121 (111 → 221). Множество 111 есть множество людей, принимающих решения. Множество 221 есть представление множества потоков в виде потока вещей π^v и в виде потока людей π^l .

(Текст обрывается)

Кузнецов П.Г.

Послесловие [для статьи Капустяна]⁸

Разработка и внедрение в эксплуатацию таких систем как «СПУТНИК-СКАЛАР» для управления комплексными научными программами выявили целый ряд проблем. К их числу относятся:

1. Содержательное описание и формализованная модель систем управления, возникающих стихийно в человеческом обществе.
2. Содержательное описание и формализованная модель экономической **целесообразности** автоматизации систем управления.

Рассмотрим более детально первую проблему. Фактически в ней рассматривается рождение, рост, развитие и смерть **организаций**. Известно, что к этой проблеме пытались подходить с точки зрения систем автоматического регулирования, т.е. с неявными предпосылками следующего вида: «Мы специалисты по системам автоматического регулирования. В обществе тоже существуют некоторые системы регулирования отношений между членами организации. Следовательно, мы можем в точных терминах описать и этот **частный случай** системы регулирования».

Результатом такой точки зрения явилась **автоматизация** якобы известной **системы управления**. Длительные усилия автоматизировать якобы известную систему управления обычно приводят к автоматизации бухгалтерских расчетов или переписыванию на машинах некоторых бланков, имеющих хождение в организациях.

Изложенное выше стало очевидным в процессе эксплуатации систем «СПУТНИК-СКАЛАР»: эти системы представляют собою «порождающие структуры», назначение которых — создать, вырастить и поддерживать организационную структуру до достижения конечных целей научной программы. С помощью этих систем **конструируется** не только **иерархия целей**, но и **иерархия лиц**, которые **управляют** процессом достижения фиксированных целей. Хотя эти системы и были ориентированы на использование мощных машинных информационных систем, но они убедительно показали, что машинные элементы системы

⁸ Текст публикуется согласно машинописному документу, датированному автором 9 июня 1974 г. Приписка «для статьи Капустяна» сделана автором от руки на последней странице документа. Данный текст вошел (в качестве послесловия) в состав брошюры: Капустян В.М., Махотенко Ю.А., Чердаков Ю.А. Морфологический анализ исполнительных функций систем управления: обзорная информация. — М.: Электроника, 1974. — 64 с.

управления **следуют** из особенностей **конструируемой системы управления**. Процесс создания автоматизированных систем управления распался на **два процесса**:

1. Процесс **конструирования системы управления** из руководителей.
2. Процесс автоматизации сконструированной системы управления, если это **экономически целесообразно**.

Вероятно, это членение процесса создания автоматизированных систем управления на две части было так или иначе обнаружено и другими разработчиками, что и привели к заявлениям: «Уже сам процесс конструирования системы управления дает **большой эффект**, чем последующая автоматизация этой системы управления».

В составе любой системы управления мы выделяем **число**, которое характеризует **количество** руководителей, т.е. число лиц, принимающих решения. У каждого руководителя фиксируется **список решений**, которые обязан принимать именно этот, а не другой человек. Наконец, под каждый тип решения каждого руководителя формируется **документ**, который содержит необходимые и достаточные сведения, обеспечивающие научную обоснованность принятого решения. Все эти части охватываются **альбомом выходных документов**. Содержание альбома выходных документов предопределяется **критерием** качества работы управляемой системы, ибо каждое решение **соотносится** со своим влиянием на численное значение **критерия**. Сам критерий всегда является **физической величиной**, которая доступна для измерения **прибором**. Число руководителей и альбом выходных форм образуют первую часть **технического задания на систему управления**.

Очевидно, что заполнение выходных форм доступно тогда и только тогда, когда известны все исходные данные. Эти точки сбора исходных данных и лица, которые заполняют исходные документы, образуют вторую часть **технического задания на систему управления**, будучи представлены числом лиц и **альбомом входных документов**.

Процесс превращения входных документов в выходные документы **на аппарате управления**, состоящем из **людей**, представляет собою содержательное процедурное описание **функционирования системы управления**, являясь третьим и последним составным элементом технического задания самой **системы управления**.

Только тогда, когда мы имеем дело с хорошо сконструированной организацией, можно говорить о целесообразности или нецелесообразности использовать для выполнения рутинных операций

человека в аппарате управления. Эта четвертая часть **технического задания** на автоматизацию системы управления появляется в разумном проекте тогда и только тогда, когда работа по конструированию системы управления уже закончена.

Процесс внедрения новой системы управления требует перестройки системы навыков у сотрудников аппарата управления. Это типичная болезнь роста, когда организация «травмируется» вмешательством разработчиков системы управления. Для облегчения этого переходного процесса понадобилось создание системы «СКАЛАР», т.е. простейшей для выработки минимума навыков работы в современных **системах управления**.

Предлагаемый читателю текст «...» построен на принципе **полуформализованного** описания деятельности лиц в действующих системах управления. Этот словарь достаточно близок к словарю управленческого персонала, но в то же время он предназначен для формирования **категориального аппарата понятий**, который будет необходим для конструирования будущих организаций.

Кузнецов П.Г.

Введение [СКАЛАР-2 и творческий процесс планирования]⁹

Прошедшие десять лет с момента разработки систем «СПУТНИК-СКАЛАР», сопровождавшиеся анализом опыта их применения, явились фундаментом более тщательного исследования **творческих процессов планирования**.

Не весь материал, представленный в данном обзоре, может быть использован лицами, которые не принимали участия в разработке и эксплуатации названных систем планирования и управления. Тем не менее, он будет полезен самой постановкой вопроса и характером обсуждения проблем. Это не первая работа на данную тему. Из числа более ранних работ можно отметить написанную три года тому назад работу В.М. Капустяна, Ю.А. Махотенко и Ю.А. Чердакова «Морфологический анализ исполнительных функций систем управления». Настоящий обзор может рассматриваться как дальнейшее развитие этого научного направления.

Как и в указанной ранее работе В.М. Капустяна, Ю.А. Махотенко, Ю.А. Чердакова, здесь предпринимается попытка выделения таких элементов процесса **планирования** и таких элементов процесса **принятия решения**, которые могут быть наблюдаемы в каждой организации, где имеют место указанные процессы. Речь идет о создании своеобразной «**технологии**» «изготовления **планов**» и «разработки **решений**». Хотя этот обзор является только шагом в нужном направлении, авторы ясно сознают необходимость разработки «идеальной конструкции, которая изготавливает **планы** и принимает **решения**». Такую «идеальную конструкцию» мы будем называть СПИНОР — «Система планирования и нормалей организационных решений». За базу этой конструкции выбирается система «СКАЛАР-2», которая создавалась **как минимальная система управления**, т.к. такая система, из состава которой исключалось все, что относится к «специфике» той или иной системы управления, но которая содержит **тот минимум элементов**, без которого мы не можем иметь **системы управления**.

В настоящее время еще рано говорить о реализации тензорной методологии в решении проблем систем управления: эта работа потребует

⁹ Текст публикуется согласно машинописному документу, приблизительно датируемому 1976-77 гг. Публикуется впервые. Данный текст был переработан и частично использован при подготовке брошюры «Системно-морфологический анализ творческих процессов планирования», см. далее в настоящем томе.

еще несколько лет, хотя и ведется довольно интенсивно с участием многих участников разработки систем «СПУТНИК-СКАЛАР». Мы хотели обратить внимание на **инвариантный характер** категориальных элементов системы «СКАЛАР-2».

Основной замысел системы «СКАЛАР-2» весьма прост. Какова бы ни была система управления — она всегда характеризуется **списком лиц**, которые в данной системе **имеют право принимать решения**. Другой вопрос — много или мало таких лиц в той или иной конкретной системе управления, но такой **список лиц** — **существует** в любой системе управления. Этот список порождает круг проблем как в процессе планирования, так и в процессах принятия решений, связанных с тем, **кто и почему именно он** принимает решения.

В любой системе управления имеется закрепленная за каждым руководителем область деятельности, которая характеризует, **что** поручено данному лицу или за **что** он несет персональную ответственность. Этот вопрос также порождает свои проблемы, которые нуждаются в рассмотрении.

В соответствии с пословицей «Дорога ложка к обеду, а яичко к Христову дню» и др. изречениями, в любой системе управления фиксируют сроки выполнения тех или иных работ, что фиксируется за вопросом, **когда** должно быть выполнено то или иное задание.

Необходимость учитывать **место действия** требует в системах управления конкретизации, **где** делается или выполняется то или иное действие.

Обеспеченность того или иного действия соответствующими **ресурсами** порождает вопрос «**сколько**».

Наконец, но не в последнюю очередь, в любой системе управления нужна уверенность, что все исполнители знают, **как именно** будет получен каждый требуемый результат.

В обзоре встречается вопрос, **кому** направляется данный результат, и выясняется, доволен ли потребитель выдаваемым результатом. Это расширение категориального «вопросника» системы «СКАЛАР-2» вызвано тем, что в рамках описанных систем управления «СПУТНИК-СКАЛАР» считалось тривиальной истиной определять понятие **план** как наличие **потребителя** на результат каждой работы.

Знакомство со многими работами по «планированию» — например, по математическим методам планирования — часто начинается с **допущения**: «Допустим, что поставщики и потребители известны». Но весь вопрос как раз и состоит в том, **чтобы установить, кто и кому**,

когда и что должен поставить. Таким образом, именно то, что мы считали **предметом планирования**, обычно не рассматривается.

Все перечисленные выше **вопросы**:

1. **кто** отвечает за получение результата;
2. **что** должно содержаться в результате (согласованное с тем, **кому** этот результат предназначен);
3. **когда** должен быть получен или использован результат;
4. **где** будет получен или использован результат;
5. **сколько** и каких именно ресурсов необходимо на получение данного результата;
6. **как** именно будет получен указанный результат,

образуют **минимальную строку плана**.

Формирование таких «простых строк» по иерархии руководителей по крупным научно-техническим программам и составляет предмет **планирования**, а при **реализации** такого плана требует **решений**, каждое из которых изменяет запись в той или иной строчке.

Эти **шесть** взаимосвязанных структур соответствуют тому, что принято называть **целевой структурой плана**.

При наличии в плане тысяч и десятков тысяч таких «простых строк» их представление на бумаге оказывается необозримым, и они представляются своими символическими «заместителями» на **«карте хода разработки»**.

При формировании плана, состоящего из таких строк, возникает «волновой процесс» от центра карты хода разработки к периферии и от периферии к центру карты хода разработки (отраженная волна реакции исполнителей на задание). При восьми-десяти уровнях карты хода разработки эти волны и образуют предмет **творческого процесса планирования**. Как «прямая», так и «отраженная волна» содержат в своем существовании именно те противоречия между **желанием** и **возможностью** удовлетворить этому желанию, которые выражают **люди**, участвующие в этом процессе.

Однако все описанное — только «видимая рябь», которая доступна наблюдению в каждом процессе формирования и реализации плана.

В глубине этого лежат творческие процессы, которые и принимают вид перечисленных **нормалей плана** как взаимосвязанной структуры ответов на перечисленные вопросы. Под ответом на каждый вопрос на каждом уровне плана и лежит тот творческий процесс планирования, который обсуждается ниже.

Принимая во внимание, что каждая **нормаль** соответствует категориальному признаку (субъект, осуществляющий действие, — **кто**, объект изготовления — **что**, и т.д.), в творческом процессе планирования сочетается высокий уровень абстракции, который тесно взаимосвязан с конкретным. Наибольшую трудность вызывает видеть в конструируемых **объектах** не только **предмет** или **вещь**, а **процесс**, который будет реализован конструируемым объектом. Этот переход к процессному описанию иногда называется описанием в терминах выполняемых **функций** (функциональное описание). Конкретизация достигается введением измеряемых величин, которые измеряют качество выполнения функции. Изучение этого способа измерения **качества** выполняемой функции и привели разработчиков указанных выше систем к методологии **тензорного анализа сетей**, которая и фиксирует в качестве **инвариантной величины** численное значение функции, а переход от одной структуры плана или организации к другой рассматривает как преобразование координат.

Все конструируемые системы могут рассматриваться как обобщенные каналы, характеризующиеся **величиной входной мощности**, а их эффективность дается **величиной полезной мощности** на выходе системы. Объектом транспортировки через обобщенный канал может быть любая физическая величина, но для первого знакомства с обобщенной транспортной системой удобно использовать их членение на **три типа**:

1. системы транспорта **энергии** (во времени и в пространстве);
2. системы транспорта **материалов** (во времени и в пространстве);
3. системы транспорта **информации** (во времени и в пространстве).

Подобно тому, как в известной работе А.А. Харкевича «Очерки общей теории связи» вводится понятие «объем сигнала» и соответствующее понятие «объем канала» (измеряющее пропускную способность систем связи) — во всех перечисленных системах вводятся подобные величины.

Некоторые замечания о переходе к «волновому описанию» могут быть полезны. Мы не хотели бы вдаваться в дискуссию о связи «точечного» и «волнового» описания в квантовой механике, но хотели отметить значение этих **двух форм** математического описания для одной и той же динамической системы. В первом описании («точечном») динамическая система представляется «точкой» в абстрактном пространстве N -измерений. Во втором описании **та же самая** динамическая система представляется совокупностью N -«волн».

Поскольку это два описания **одной и той же** динамической системы, то они **эквивалентны**. Наличие в «сознании исследователя» этих **двух описаний** является внутренним эталоном «понимания». Умение сформировать такие **две точки зрения** на одну и ту же систему и образует, по нашему мнению, **сущность** процесса познания, когда познанный объект получает физико-математическое описание. Первое или «точечное» представление системы мы называем «пространственным» представлением динамической системы, а второе или «волновое» — мы называем «временным» представлением **той же самой** динамической системы.

Можно заметить, что такое «двойственное» описание предполагает наличие в «сознании исследователя» некоторой **инвариантной физической величины**, которая и служит признаком использования «тензорной методологии».

Предлагаемый обзор должен стимулировать формирование «теории» **планирования**, которая не менее сложна и интересна, чем теория элементарных частиц или теория квазаров.

Капустян В.М., Кузнецов П.Г., Махотенко Ю.А.

Системно-морфологический анализ творческих процессов планирования¹⁰

Аннотация

Обосновывается необходимость проведения исследования процессов планирования как творческих процессов. Планирование трактуется как творческое конструирование. Вводится ряд рабочих аналогий и предлагается оригинальный «аппарат стенографирования» элементарных шагов разработчика плана в процессе его создания, способов записи результатов конструктивных споров между разработчиками плана разных уровней.

Анализируется так называемый цикл деловой активности — «сумма» мероприятий, проведенных от момента возникновения проблемной ситуации до ее успешного решения. Описываются методы работы с плановыми альтернативами в реальном масштабе времени вдоль всех фаз цикла деловой активности.

Используя методы морфологического анализа, строятся комбинаторные структуры, учитывающие альтернативы выполнения каждой из элементарных подцелей плана. Описывается способ визуализации комбинаторной структуры. Показывается, что представление процесса планирования с использованием комбинаторных структур как оперативной памяти дает возможность целостного восприятия феномена «план» с полным множеством альтернатив. Анализируются возможности и пути автоматизации некоторых процедур планирования на основе изложенного подхода, обсуждается возможность построения творческих (исследовательских) процедур планирования, подобных «управляемому эксперименту» в технике. Использовано 40 источников (журнальные публикации, монографии, депонированные рукописи, обзоры).

Обзор предназначен для специалистов в области теории и методологии планирования и информационного анализа.

¹⁰ Текст публикуется согласно изданию: Капустян В.М., Кузнецов П.Г., Махотенко Ю.А. Системно-морфологический анализ творческих процессов планирования // Обзоры по электронной технике. Серия 9 «Экономика и системы управления». Выпуск 3(501)-77. — М.: ЦНИИ «Электроника», 1978. — 60 с.

Введение

Сильным исследовательским методом, который позволяет быстро получать оригинальные научные и практические результаты, является, по мнению авторов, системно-морфологический анализ.

Блестящие примеры, подтверждающие это утверждение, изложены в книгах основоположника данного метода Ф. Цвикки. Позднее они вошли в ставшие хрестоматийными монографии по проблемам управления научно-техническим прогрессом, научно-техническому прогнозированию, науковедению [1-3].

Читателю небезынтересно будет знать, что Ф. Цвикки теоретически предсказал, «не выходя из кабинета», а затем обнаружил с помощью телескопа огромное количество находящихся на расстоянии в тысячи световых лет так называемых «карликовых галактик» и галактических кластеров; получил на свое имя около двадцати патентов по ракетным двигателям и ракетным топливам, в то время как над этими проблемами работали многочисленные коллективы. Цвикки изобрел 576 принципиально различных двигателей. Разрабатывая семейство возможных космических объектов, Цвикки, что называется, «в рабочем порядке» формулирует гипотезы о «черных дырах», пульсарах и квазарах.

Любопытно выглядят страницы издаваемого в США «Индекса научного цитирования» (Science Citation Index), где указываются ссылки на работы Цвикки. Количество ссылок и их «география» удивительны: во всех странах цитируются не менее 100 работ Цвикки, опубликованных им в период с 1923 года по настоящее время.

Сам Ф. Цвикки так определяет сущность своего метода: морфологическое исследование есть целостное исследование, которое непредвзято выводит все решения данной проблемы. Он пишет, что цель морфологического исследования — дать панораму общей структуры всех областей знания, и при этом подчеркивает, что этими областями могут быть материальные объекты, явления, отношения, концепции, теории.

Равный интерес ко всем объектам морфологического исследования, решительная ликвидация всех ограничений и оценок, максимально точная формулировка поставленной проблемы — это отправные точки морфологического исследования [4, 5]. Себя и людей, владеющих данным методом, он называет «морфологами».

Морфологи, по словам Цвикки, — это «специалисты по невозможностям», логика их мышления основывается на умении «перечислять и распознавать во времени и пространстве равенство, сходство, порядок, неравенство, различие, совпадение, разнობой». В книге

[5] Цвикки пишет: «Морфолог работает с учетом идеи континуальности всех вещей, всех феноменов и всех умозрительных представлений.

Для морфолога привычна точка зрения всеобщего взаимодействия и зависимости вещей в исходном пункте исследования. Для морфолога ничто не может быть несущественным с самого начала».

Новое открытие или изобретение — это всегда одна или более новых альтернатив для конструирования, которыми мы ранее не располагали. Если эти новые альтернативы или комбинации альтернатив являются изобретениями, их авторам во всех странах мира выдаются дипломы, патенты, авторские свидетельства.

К сожалению, большинство этих альтернатив-изобретений лежат на полках, не взаимодействуя друг с другом, пока некий изобретатель не ознакомится с ними и не придумает что-нибудь в рамках своей интуиции. Цвикки первый из исследователей построил модели со взаимодействующими альтернативами.

По его мнению, невозможно определить, например, что такое насос, но можно составить целостное представление о семействе насосов в виде взгляда на совокупность альтернатив выполнения отдельных узлов и блоков. Такой взгляд Цвикки называет интегральной инженерией.

Сейчас подобный подход известен под именем «системного подхода». На наш взгляд, целесообразно говорить о системно-морфологическом анализе как весьма плодотворной методологии исследования систем. В ряде публикаций авторами данного обзора развиты идеи морфологического анализа Ф. Цвикки применительно к процессам создания и информационного обеспечения новой техники, сделаны попытки описать правильную работу с альтернативами в ходе научно-технического творчества [8-18].

Следует отметить, что мировоззрение Ф. Цвикки как представителя буржуазных кругов США отягощено неверными и зачастую противоречивыми взглядами на применение результатов научных исследований и на саму науку как непосредственную производительную силу современного общества. Оставляя в стороне данный аспект, еще раз подчеркнем несомненную плодотворность морфологических исследований для разных областей теоретических и прикладных наук [1, 6, 7].

Авторы не берут на себя смелость дать сейчас определение понятия «системно-морфологический анализ». На данном этапе развития этой методологии дать четкое однозначное определение довольно трудно. Нам

представляется, что у читателя самопроизвольно после прочтения данной работы сложится представление об используемой методологии.

В уже упоминавшихся работах [8-18] последовательно излагались принципы системно-морфологического анализа «новой техники» на разных стадиях ее создания: предложены комбинаторные модели семейств технических систем, структуры банков фактографических данных, описана содержательная работа с альтернативами при конструировании образцов новой техники.

Совершенно естественно у авторов возникла мысль о попытке исследования содержательной работы с альтернативами хозяйственных решений при планировании. В определенном смысле эта мысль была стимулирована работами [19, 20].

Термин «альтернатива» в планировании часто понимают по-разному. Традиционная (очевидная) точка зрения состоит в том, что под альтернативами понимают либо принципиально различные варианты некоторого процесса в целом, т.е. глобальные *макро-альтернативы*, альтернативы верхнего уровня, либо варианты самых мелких микросоставляющих этих процессов, как бы забывая о том, что существует непрерывный спектр между микро-альтернативами и макро-альтернативами.

Можно представить для сравнения ситуацию, при которой, например, в технике стали бы рассматривать как альтернативы только серии различных образцов машины в целом и только серии различных вариантов мельчайших деталей изделий, закрывая глаза на то, что на всех уровнях конструирования изделия существуют различные мезоальтернативы, то есть принципиально независимые варианты узлов, агрегатов, блоков, имеющие свои характерные признаки, не сводимые к признакам микро- и макро-альтернатив компоновки изделия.

В дальнейшем авторы покажут, что интервал масштабов альтернатив (микро-, мезо-, макро-) поддается структурной формализации. Понятие «альтернатива» оказывается связанным со структурой наличных знаний о хозяйстве и производственной деятельности планируемой области.

Важным ключевым моментом при решении проблемы планирования является создание методов «стенографирования процессов планирования». Еще в ранний «тэйлоровский период» в научной организации труда, технической психологии, эргономике были развиты методы «стенографирования» трудовых движений рабочего.

Это делалось для того, чтобы увидеть весь рабочий цикл и наметить в нем те звенья, которые выгодно улучшать либо путем совершенствования трудовых навыков, либо путем автоматизации. Такие стенограммы позволяли расчленять трудовые процессы, совершенствовать звенья и соединять их при необходимости в качественно новые структуры. Это привело к появлению конвейерных, свободно-конвейерных и групповых методов сборки.

Что же касается планирования как творческого процесса, протекающего в реальном масштабе времени, то, насколько нам известно, его никто не пытался стенографировать, расчленять и т.д. Следует отметить, что в постановочном плане известны работы, направленные на создание некоторого «управленческого конвейера» по принятию плановых решений [19-21].

Роль стенографирования процессов планирования следует подчеркнуть особо. В настоящее время разработчики автоматизированных систем планирования не располагают однозначными средствами стенографирования. Описание процессов, которые собираются автоматизировать, они получают путем «обследования», опроса о том, «как это бывает», но не путем прямой регистрации.

На наш взгляд, адекватность таких описаний сомнительна. Видимо, этим можно частично объяснить имеющиеся место неудачи при внедрении автоматизированных систем планирования. Специалисты, разрабатывающие «процедуры принятия решений», на наш взгляд, тоже не всегда могут дать отчет в том, что из себя представляют элементарные процессы принятия решений в конкретном, «сейчас протекающем» процессе принятия решений конкретными руководителями в конкретной производственной системе.

Очевидно, такое положение не является нормальным в «таксономическом» плане: еще ни одна наука в своем развитии не проходила мимо стадии эмпирической систематики, то есть детального описания своего основного предмета рассмотрения. Тем не менее, приходится констатировать, что специалисты по теории принятия решений не умеют пока однозначно описывать и, в частности, регистрировать процессы принятия решений.

Здесь налицо и недостатки аналитического инструментария, и недостатки самой теории алгоритмов конструирования оптимальных решений. Предлагаемая читателям работа в своей основе направлена на то, чтобы описать разработанный авторами вариант знаковых средств для таксономии процессов, происходящих при планировании.

Наконец, еще одним важным вопросом, затронутым в данной работе, является вопрос о предмете профессиональной уверенности экономистов и «специалистов по конструированию планов»¹¹.

Если речь заходит об инженере, враче, музыканте, то всем понятно, в чем состоит профессиональная уверенность любого из этих специалистов. Кроме того, ясно, как представители этих профессий реализуют коллективные методы творчества.

Научно-обоснованное планирование производственной и иной хозяйственной деятельности есть, несомненно, процесс творческий, причем такой, который эксплуатирует, в основном, коллективные формы творчества.

«Дирижер — оркестр», «Главный конструктор — конструкторское бюро», «Ведущий врач — члены консилиума», — вот смысловые пары, которые побуждают к вопросу: «Что соответствует этому в планировании?».

Приходится констатировать, что пока не изложены хотя бы начала теории основных форм коллективного творчества создателей планов. Огромное количество методик и руководящих материалов, в которых нет недостатка, не подвергались, к сожалению, целостному теоретическому осмыслению.

Именно поэтому в данной работе поставлен вопрос о предмете профессиональной уверенности разработчиков планов и о коллективных формах творчества. Разумеется, по этой проблеме необходимы дальнейшие более глубокие исследования.

В данной работе исследуются следующие вопросы:

- работа с альтернативами в процессе планирования;
- средства для знаковой фиксации («стенографирования») непосредственно протекающего процесса планирования;
- вопрос профессиональной уверенности и предметов профессиональной уверенности разработчика плана и экономиста.

* * *

Авторы благодарят доктора экономических наук, профессора Симчеру В.М., доктора технических наук Волковича В.А., кандидатов экономических наук Бахолдину Р.В., Гохштанда А.Д., Кононова Н.В., кандидата химических наук Одрину В.М., специалистов ЦНИИ

¹¹ Не существует слова, обозначающего профессию «конструктора планов». В технике — это разработчик, конструктор нового изделия, а в планировании? Слово «плановик», но это — жаргон. — *прим. авт.*

«Электроника» Баранова В.А. и Косова Ю.И. за многие ценные замечания, высказанные ими при обсуждении рукописи, которые по возможности авторы старались учесть.

Послесловие написано кандидатом технических наук В.И. Беляковым-Бодиним, взявшим на себя труд прочитать рукопись и обобщить некоторые результаты авторов, изложенные в данном обзоре и в ранее опубликованных работах.

Планирование как творческое конструирование

Целевое планирование сложного хозяйственного процесса невозможно отделить от конструирования этого процесса и связанных с этим процессом исследования, управляемого эксперимента, изобретения. «Изобретательность» руководителя — это феномен, бесчисленное число раз отмеченный на практике, но не закрепленный в понятийном аппарате планирования. К сожалению, изобретения руководителей в хозяйственной сфере не патентуют, не выдают «свидетельств об изобретениях». Более того, постановки задач оптимального планирования начисто отменяют все элементы творчества, считают их несущественными и не влияющими на структуру оптимального плана. Классические постановки задач предполагают заранее известными все мельчайшие элементы, из которых будут строить оптимальный план. Таким образом, не предполагается, что в ходе планирования будут изысканы какие-то совершенно новые и оригинальные хозяйственные возможности. Но это как раз тот случай, когда все элементы результата давно известны, все действия давно стандартизованы и унифицированы, и речь идет о давно сложившейся, проверенной практикой, как бы «рефлекторной» деятельности, не требующей творческих усилий от руководителей планирования.

Все области хозяйственной деятельности, определяющие развитие предприятия, отрасли, экономики страны в целом, как правило, не являются типичными и давно сложившимися. Приступая к планированию нового хозяйственного процесса и результата, специалисты и руководители планирования не могут провести четкую границу и определить, где «кончается планирование» и «начинается проектирование, изобретение, конструирование». Например, при планировании развития **промышленности средств оптической связи** специалисты и руководители планирования имеют перед собой лишь несомненно полезную идею заменить медные кабели и коммутационные сети волоконно-оптическими световодами.

Поначалу известны лишь яркие примеры преимуществ волоконной оптики перед проводной связью (технические данные взяты из журнала

«Электроника», издательство «Мир», пер. с английского, выпуски за 1975-1976 гг.):

- 180 кг медного провода в системе бортовой связи самолета можно заменить 20 килограммами оптического кабеля; для орбитальных объектов преимущества еще более очевидны;
- в городской сети связи замена металлических кабелей на волоконно-оптические позволяет повысить пропускную способность и число абонентов на несколько порядков, не проводя реконструкцию и не расширяя сечение имеющихся подземных инженерных сооружений;
- оптические кабели абсолютно помехоустойчивы и, с другой стороны, не являются источниками помех и наводок; оптический кабель можно провести, например, внутри действующего газопровода, в зоне с высоким уровнем электромагнитного поля и т.п.
- монтажная соединительная сеть ЭВМ или комплекса ЭВМ может быть выполнена полностью на волоконной оптике или в любом смешанном варианте, так как схема связи не меняется при переходе на оптическую связь, и т.д.

Эти и многие другие преимущества оптической связи, очевидно, указывают на такие сферы применения волоконно-оптической техники как: авиация, космонавтика, управление энергетическими системами и установками, кабельное телевидение, автомобилестроение, судостроение, горнорудная промышленность, химико-технологические установки и т.п.

В результате планирования должно выясниться: какова будет номенклатура средств оптической связи, каков будет объем выпуска аппаратуры и свободных деталей по годам, где будут расположены основные производства, на какие местные трудовые ресурсы делается расчет, как будут развиваться отрасли-потребители, каков комплекс мероприятий по стандартизации, унификации и нормализации производства, каковы направления основных НИР, которые следует провести в рамках комплексных научно-технических программ развития промышленности средств оптической связи и т.п.

Таким образом, состав плана будет сильнейшим образом определяться способностью руководителей планирования правильно предвидеть развитие сферы потребности, состояние и развитие трудовых, научно-технических и материальных ресурсов. Поначалу ясно лишь одно: эта новая отрасль промышленности должна хорошо «вписаться» в

экономическую систему, чтобы способствовать прогрессу и как можно быстрее окупить расходы. Ясно, что должно быть, но неясно как это сделать во всех подробностях.

Ситуацию приведенного примера и многих других примеров можно трактовать как **ситуацию дефицита знаний**. Причем перед этим дефицитом оказываются как руководители планирования, так и конструкторский инженерный состав. Итак:

А. Никто не знает подробно в начале процесса планирования, каким будет результат. Знают только систему ограничений, в которую он должен вписаться.

В. Все знают по окончанию процесса планирования, каким, по всей видимости, будет финальный результат, и как его попытаются достичь.

Переход «А — В» есть процесс. Если в начале этого процесса был явный дефицит знаний, а в конце этот дефицит перекрыт, то это значит, что процесс является **инновативным**, то есть что в **ходе процесса было выработано новое знание о хозяйстве и хозяйственной деятельности**.

В таком случае руководителя планирования можно смело уподобить ученому-исследователю, занятому производством новых знаний. Именно эта инновативная специфика процессов планирования заставляет высказать в порядке постановки ряд утверждений:

- видимо, профессиональные занятия планированием не проще, а может быть и сложнее, чем профессиональные занятия наукой, техническим творчеством;
- вероятно, следует развивать науку о планировании также и в направлении изучения **методов** получения новых хозяйственных знаний, а не только по преимуществу в сторону выяснения того, что такое «структура оптимального плана» и каков алгоритм ее поиска;
- очевидно, было бы полезно предпринять попытки исследовать не только оптимальные планы как знаковые объекты, но и структуру натуральных процессов создания плана как процессов выработки и фиксации нового знания о хозяйственных объектах;
- необходимо теоретическое осмысление того, как человек, являющийся специалистом по планированию, играет свою индивидуальную роль в сложном процессе хозяйственного планирования, в котором одновременно с ним заняты десятки и сотни других специалистов;

- следует выяснить, какова структура «конструктивного спора» двух руководителей планирования, когда по одному и тому же вопросу у них разные предложения. Надо научиться однозначно **стенографировать** и детально исследовать ту аргументацию, которую они выдвигают в этом конструктивном споре, и т.д.

Этот перечень можно продолжить, однако здесь он приведен в чисто иллюстративных целях с тем, чтобы подготовить формулировку следующего тезиса:

Надо создать хотя бы грубый концептуальный язык для стенографирования реально протекающих процессов планирования. Он необходим также для фиксации воображаемых, конструируемых процессов планирования.

Создав такой язык, можно будет использовать его для составления адекватных технических заданий на разработку систем планирования. Далее сделан некоторый акцент в сторону применимости обсуждаемого формализма и его терминов для составления технических заданий.

Рабочая аналогия

Для экономного изложения материала примем рабочую аналогию. Она будет состоять в том, что мы будем часто или **отождествлять руководителя с конструктором новой техники**, или напротив, — **выяснять различия в сфере руководства и сфере конструирования**.

Дальнейшее изложение будем вести двумя параллельными колонками, перемежая его комментариями.

<i>Конструктор</i>	<i>Руководитель (лицо, принимающее решения — ЛПР)</i>
1. Конструктор проектирует машину, которая должна будет фактом своего существования устранить некоторую техническую проблему, снять техническое противоречие.	1. Руководитель конструирует план как организационный процесс, который по мере его реализации должен будет устранить некоторую хозяйственную проблему, снять экономическое противоречие.

Подчеркнем здесь особо категорию противоречия и именно движущего противоречия, являющегося «живой тканью» технического и экономического развития. Понятие технического противоречия как конструктивная категория обсуждается уже давно. Блестяще это изложено в работе Ф. Энгельса «История винтовки» [24].

Однако понятие хозяйственного противоречия пока еще не получило должного признания. Нам представляется вероятным, что это понятие будет легче анализировать, если принять, что хозяйственное противоречие, в первую очередь, связано с дефицитом хозяйственных знаний. По крайней мере, это очевидно, когда заходит речь о техническом противоречии.

<i>Конструктор</i>	<i>ЛПР</i>
2. Создавая машину, конструктор ограничен свойствами и возможностями конструкционных материалов. Он перебирает варианты схемных решений для узлов и блоков изделия. Эти варианты решений известны и описаны в литературе и патентах.	2. Создавая план, руководитель ограничен конечными хозяйственными ресурсами и их конкретными сиюминутными свойствами. Он перебирает варианты хозяйственных процессов, которые не описаны ни в какой литературе, ибо имеют так много существенных конкретных признаков, что не поддаются абстракции и обобщению.

Известен феномен морального старения технических знаний. В сфере деловой активности этот феномен не зарегистрирован не в силу того, что он не имеет здесь места, а потому что «время полураспада» множества полезных хозяйственных знаний сравнительно мало по сравнению со старением технических и технологических знаний. Вся необходимая совокупность хозяйственных знаний бывает нужна ни раньше, ни днем позже момента принятия решения. Большой и сложный оргпроцесс, запускаемый планом, обладает в гораздо большей степени свойством самодействия и саморазвития, чем процесс создания новой технической системы. Даже очень ценные знания, если они получены после того, как план утвержден, практически обесцениваются, ибо, как правило, самодеятельность персонала, занятого в процессе, будет регулироваться утвержденным планом, а не этими добавочными знаниями. Этим подчеркивается важность правильной организации и самого процесса планирования как быстрого процесса мобилизации и объединения комплекса хозяйственных знаний в нужное время и в нужном месте. Чтобы подчеркнуть эту **преходящность** хозяйственных знаний, можно сравнить их со знаниями военными, то есть набором сведений о театре военных действий перед принятием решения о

проведении или непроведении боя. Когда решение принято, и силы приведены в движение, знания, которые были бы полезны во время принятия решения, уже практически бесполезны.

Конструктор

<i>Конструктор</i>	<i>ЛПР</i>
<p>3. Конструктор высказывает предпочтения, основываясь на предвидимых им значениях ряда характеристик изделий:</p> <ul style="list-style-type: none"> – функциональной полезности; – весе; – стоимости; – ремонтпригодности; – наличии производственного задела и т.д. 	<p>3. Руководитель фиксирует свои предпочтения, основываясь на предвидимых значениях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ресурсоемкости процесса; – поведении исполнителей; – состояний рынка комплектующих изделий; – условий, благоприятствующих реализации плана, и т.п.
<p>4. Главный конструктор стоит на вершине «дерева конструкторов» по обеспечивающим агрегатам и подсистемам изделия. Он видит замысел изделия в целом, но не может проследить расчет каждой физической характеристики, каждого агрегата и узла. Например, в авиации он возлагает ответственность на «группу шасси» или «двигатelistов», выставляя им систему ограничений, в которые они должны уложиться.</p>	<p>4. Ответственный руководитель тоже стоит во главе иерархии руководителей и тоже не может вникать в подробности, жертвуя временем и качеством общего замысла. Важно, чтобы хорош был целостный замысел, тогда «спускаемые сверху» ограничения для исполнителей не будут нести на себе формальные черты и бюрократический характер.</p>

Отметим здесь общность между конструктором и руководителем, состоящую в одинаковых требованиях к умению работать с людьми. И для главного конструктора, и для ответственного руководителя **в качестве таланта** можно определить способность распознавать степень компетентности и талантливости частных специалистов и вовремя делегировать полномочия. Иначе это можно еще определить как **умение доверять дело нужному человеку**. Поручая составление части плана частному специалисту, руководитель тем самым неявно подтверждает его **статус** специалиста. Выполняя поручение руководителя, специалист

мобилизует свои знания и, получив результат, передает его руководителю, подтверждая тем самым неявно его **статус носителя** власти.

Учитывать реальные статусы лиц, реальное положение вещей и уметь предсказывать поведение коллектива в продвижении к цели народнохозяйственной операции — весьма сложное искусство. Это искусство, несомненно, требует таланта и воспитания. Если речь идет о главном конструкторе, то ясно, как его воспитывали. Можно проследить тот учебно-воспитательный процесс, через который он прошел. Когда же речь заходит об ответственном руководителе, то воспитательный процесс прослеживается гораздо слабее. Быть может, в этом и нет такой подробной надобности, но следует подчеркнуть вот что:

<i>Конструктор</i>	<i>ЛПР</i>
5. В помощь главному конструктору придан самой историей и традицией предсказательный арсенал инженерных дисциплин и научных теорий. Аппарат инженерных расчетов с мощной измерительной техникой (тензорной) и методологией всегда в его распоряжении, чтобы рассчитать, предвидеть поведение изделия согласно замыслу.	5. В помощь ответственному руководителю придан аппарат плановых расчетов и несметное количество руководящих технических материалов, методик определения эффективности, каждая из которых фрагментарна и не охватывает в силу общности конкретных «микрохарактеристик» данного хозяйственного процесса. Тензорного аппарата хозяйственных расчетов пока не существует.

Следует отметить, что рассматриваемый в данной работе способ работы с альтернативами в общем виде был предложен Г. Кроном в 1939 году, хотя и совершенно по другому поводу: для расчета электрических сетей. Рассматриваемый нами далее комбинаторный файл имеет много общего с введенными Кроном так называемыми «компаунд-тензорами», «мульти-тензорами» и «компаунд-мультитензорами».

«Глаголы управления»

Для уяснения сходств и различий между ЛПР и конструктором новой техники в рамках принятой нами рабочей аналогии уместно будет воспользоваться «глаголами управления», введенными академиком А. Трапезниковым [26]. Собственно, мы хотим воспользоваться этими глаголами для того, чтобы поставить ряд вопросов. Левая колонка будет относиться к конструктору, правая — к ЛПР. Итак:

<i>Конструктор</i>	<i>ЛПР</i>
Знает свойства конструкционных материалов и их предельные значения.	Что является материалом для плановика? Что он знает об этих материалах?
Помнит ряд схемных решений типовых блоков технических систем.	Что выступает как «схемное решение» в планировании? Сколько «схемных решений» помнит ЛПР?
Умеет соединить в одной конструкции типовые решения и старые материалы с оригинальными решениями и новыми материалами.	Когда в планировании появляется необходимость в новых материалах и оригинальных «схемных решениях»? В чем состоит для плановика умение соединить старое с новым?
Успевает, получив техническое задание, применить свой опыт и знания и дать конструкцию, наилучшую для данного момента, но не обязательно глобально оптимальную в смысле какого-то критерия.	Что значит план, наилучший сегодня, но не оптимальный в «абсолютном» смысле? Какими «сейчас актуальными» критериями оптимизации располагают плановики?

Уместно также будет задать следующий вопрос. В развитии машиностроения на протяжении коротких интервалов исторического развития хорошо видны **тенденции развития**. Достаточно вспомнить взрывоподобный приход авиации и микроэлектроники. Почти каждый месяц приходят известия об открытиях и изобретениях, которые радикально меняют лицо целых областей машиностроения. Так через месяц после открытия «эффекта Виганда» было внедрено в промышленную эксплуатацию более тридцати устройств ввода данных, расходомеров, бесконтактных переключателей и т.д. [27]. Можно назвать другие «именные» эффекты, которые весьма быстро оказывали влияние на развитие приборостроения. Это «эффект Ганна», «эффект Джозефсона» и т.п.

Наблюдая стремительный прогресс содержательных основ машиностроения, рост багажа альтернатив, списка работающих физических и физико-технологических эффектов, и сознавая, что техника — это основа хозяйства, нельзя не задаться вопросом, **каким прогрессом**

**в области методов планирования мы отвечаем на прогресс техники?
Не приходят ли в противоречие старые методы планирования с
растущими возможностями техники?**

По крайней мере, следует ожидать появления новых методов в областях хозяйства с высоким уровнем механизации и технизации. Или же непосредственно в планировании создания новой сложной техники. Действительно, такие методы появились в очень больших количествах. Это методы технологического прогнозирования, методы планирования комплексных научно-технических программ. Здесь, в первую очередь, следует назвать «программный метод управления», разработанный Г.С. Поспеловым [28], отметить ряд монографий, посвященных вопросам программного планирования создания новой техники [29], и др.

Однако продолжим сопоставление.

<i>Конструктор</i>	<i>ЛПР</i>
Распределяет задание на проектирование сложной системы по ведущим конструкторам и проектным группам. Он пользуется при этом точным знанием частной специализации персонала.	Множественно, в несколько уровней распределяет задание на составление плана. Какими знаниями о частной специализации подчиненных пользуется ЛПР?
Распознает бесперспективные направления конструирования, может отказаться от их дальнейшей разработки.	Как ЛПР распознает бесперспективные направления хозяйственного развития? Какие социальные механизмы надо запустить, чтобы закрыть невыгодные производства?
Испытывает образцы техники на опытном стенде, ставит их в экстремальные условия и в форсированном режиме добывает все недостающие сведения.	Что в хозяйственной системе может играть роль опытного стенда? Как можно организовать форсированные испытания идеи, заложенной в хозяйственный план?

Все сказанное еще раз склоняет к мысли о том, что **деятельность по планированию гораздо сложнее конструкторской работы**, и что в этой области еще не задались вопросом об «уровне планирования», подобно тому, как это случилось с анализом «уровня разработки» в создании техники.

Элементарная ячейка плана

Совершенно очевидно, что план хозяйственного процесса предполагает ряд исходных предпосылок, промежуточных и финишных результатов. Все эти предпосылки, промежуточные и окончательные результаты должны быть точно описаны.

Должно быть точно указано, **что** считать результатом в каждом случае. Должны быть назначены ответственные исполнители, то есть по каждому результату определено, **кто** персонально должен его обеспечить.

Результат бессмысленно включать в план, если не сказано, **для чего** он предназначен, неизвестно, **кому** он будет официально передаваться. С точки зрения территориального планирования важную роль играет указание на то, **где** предполагается провести процесс, который приведет к получению данного результата. Календарное планирование требует, чтобы точно называли предполагаемый срок готовности результата, указывая, **когда** на него можно рассчитывать другим производствам. Наконец, эффективность планируемой деятельности невозможно будет определить, если в плане по каждому результату не будет указана **стоимость** его достижения.

Объединим все выделенные вопросы:

что, кто, кому,

где, когда, стоимость —

и в чисто мнемонических целях сделаем с ними операции, показанные на рис. 1.

Первые три вопроса поместим на трех гранях «розетки», составляющей половину поверхности куба. Вторую группу вопросов разместим на гранях второй «розетки». Соединив эти «розетки», получим графический образ элементарной ячейки плана, то есть кубик.

Этот графический образ используем в дальнейших построениях. Здесь же зафиксируем итог:

По каждому результату, включаемому в план, надо обязательно ответить на шесть вопросов (по числу граней «кубика планирования»).

Покажем полезность введенного символа на следующем примере. Пусть построено дерево целей некоторой хозяйственной операции. Подменим, как показано на рис. 2, каждую подцель в этом дереве на «кубик планирования», выполнив, разумеется, требование отвечать на все шесть вопросов в каждой вершине. Тогда вместо дерева целей автоматически получится шесть различных деревьев (рис. 3):

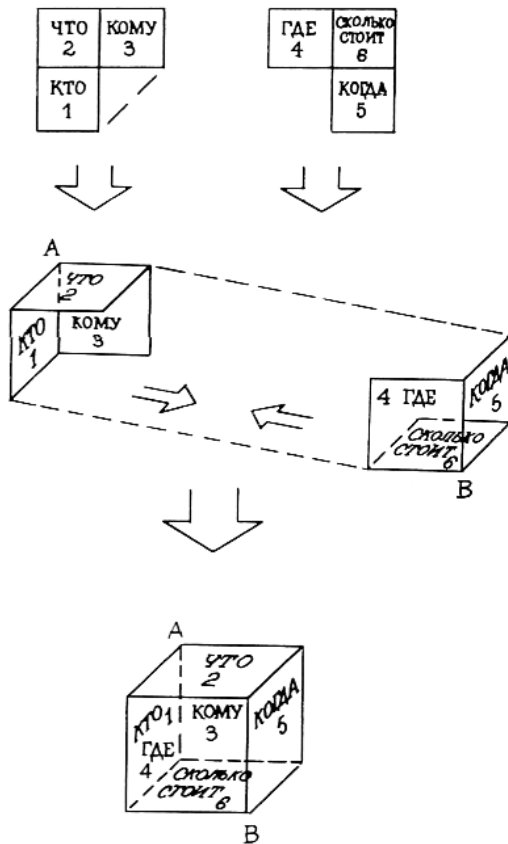


Рис. 1. «Кубик планирования» — элементарная ячейка планирования

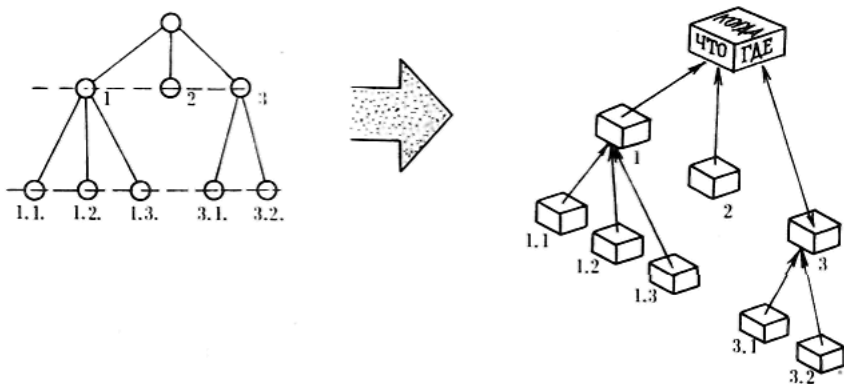


Рис. 2. Дерево целей с «кубиком планирования»

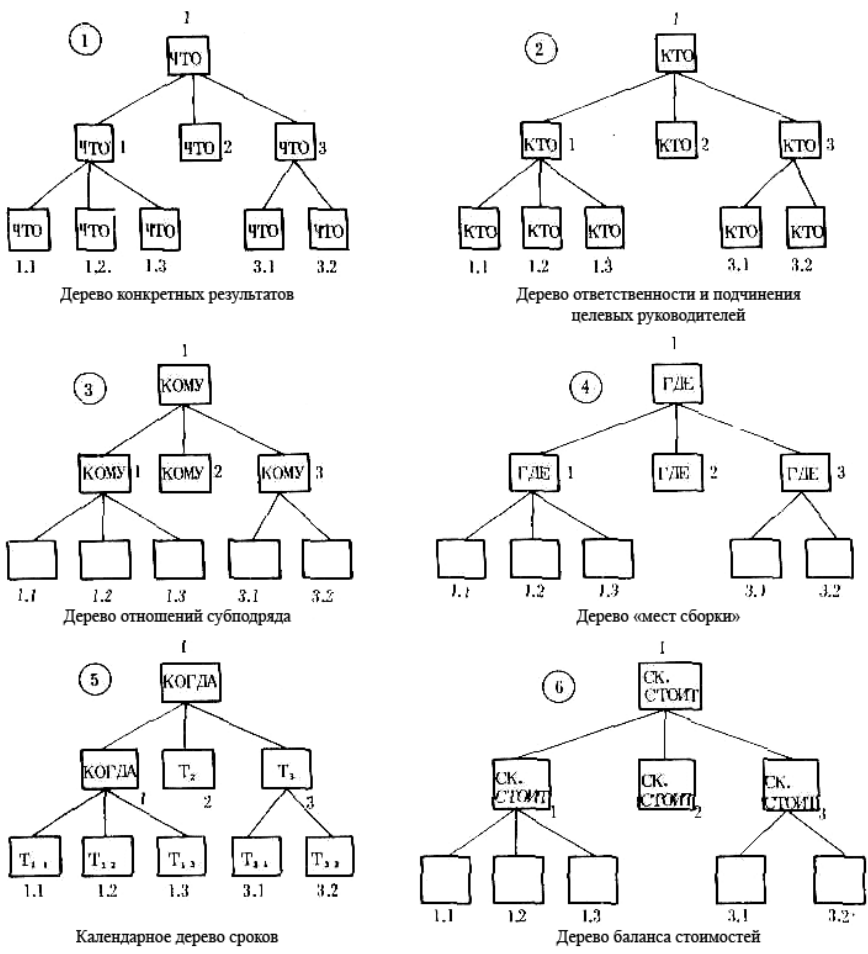


Рис. 3. Шесть ориентированных деревьев

- дерево ответственности и подчинения руководителей;
- дерево отношений субподряда;
- дерево мест «сборки» крупных результатов из составляющих их мелких частей;
- календарное дерево сроков;
- дерево баланса стоимостей.

Каждое из этих деревьев представляет ценность для специалистов вполне определенного профиля, а все вместе эти деревья позволяют уже более обоснованно судить о качестве исходного дерева целей. Поэтому в

дальнейшем, рисуя дерево целей из кубиков, будем всегда иметь в виду, что перед нами шесть наложенных друг на друга деревьев.

Опорный тестовый пример

В данном разделе рассмотрим условный содержательный пример того, как может проходить процесс планирования. Этот пример излагается подробно, потому что в дальнейшем тексте на него будет много ссылок.

Представим себе, что организовано «Научно-производственное объединение контрольной электронной аппаратуры для пищевой промышленности» (НПО КЭАПП). Это объединение получило в свое распоряжение некоторые основные и оборотные средства, заделные здания, сооружения и оборудование, которые будут использованы в конечном итоге для производства контрольной электронной аппаратуры. Однако пока не работает ни один цех, ни одна сборочная линия, хотя в целом ясен будущий проект. Объединение стоит в начале своей деятельности. Руководители объединения начинают планировать будущие действия. **Мы имеем возможность анализировать любой официальный документ, выпускаемый в рамках объединения.**

Итак, попытаемся, анализируя документы, отвечать на шестерки вопросов в связи с каждым целевым результатом:

1. — **Что** утверждается как результат действия?
2. — **Кто** назначен ответственным исполнителем?
3. — **Когда** надо завершить работу?
4. — **Где** указано провести работы?
5. — **Сколько**, ориентировочно, будет стоить результат?
6. — **Кому** передается результат?

Для удобства иллюстраций будем пользоваться «кубиком планирования».

В какой-то момент времени появится документ, например, решение или приказ о назначении ответственного руководителя по производству всех работ. Естественно, что, в первую очередь, он несет ответственность за обоснованное планирование этих работ. На рис. 4 показан этот факт назначения руководителя.



Рис. 4. «Кубик планирования» с именем руководителя

Руководителю Иванову будет поручено дать результаты к установленному сроку на базе выделенных ресурсов. Поскольку этот руководитель чисто физически не может выполнить все работы по планированию сам, он определит главные части результата и назначит по ним ответственных подчиненных ему руководителей (см. рис. 5).

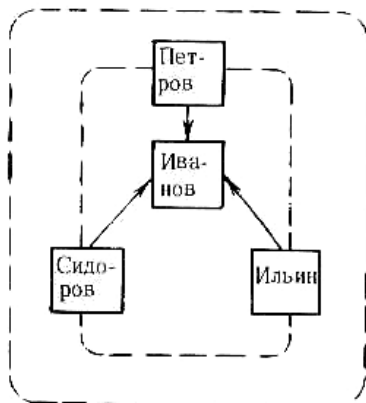


Рис. 5. Первый круг разбиения результата

Будем говорить, что на этом рисунке показан **первый круг разбиения результата** и **первый акт децентрализации ответственности за результат**. Иванов как лицо, принимающее решение (ЛПР), укажет ответственным исполнителям контрольные сроки предъявления результата и разобьет отпущенный ресурс между подцелями.

Назначенные ответственные исполнители, в свою очередь, вынуждены будут прибегнуть к опыту более частных специалистов и руководителей. Ими могут оказаться как их подчиненные, так и подрядчики. Произойдет второе разбиение результатов, и образуется **второй круг децентрализации ответственности**.

Далее будут происходить последующие акты децентрализации ответственности за результаты. Появятся; третий, четвертый и т.д. круги разбиения результата.

Процедура разбиения останавливается на тех drobных результатах, которые по самой логике вещей могут быть поручены для исполнения отдельным лицам, которые сделают все необходимое собственными руками на станках, ЭВМ, ручными инструментами и т.п. Сигналом остановки дробления результата может быть, например, пороговая стоимость.

Когда разбиение результатов будет закончено по всем подцелям, скажем, что **получена первая предмодель для плана работ** и образована **карта работ**. Условно карта работ показана на рис. 6. Соответствующая ей списковая структура может иметь вид, представленный ниже.

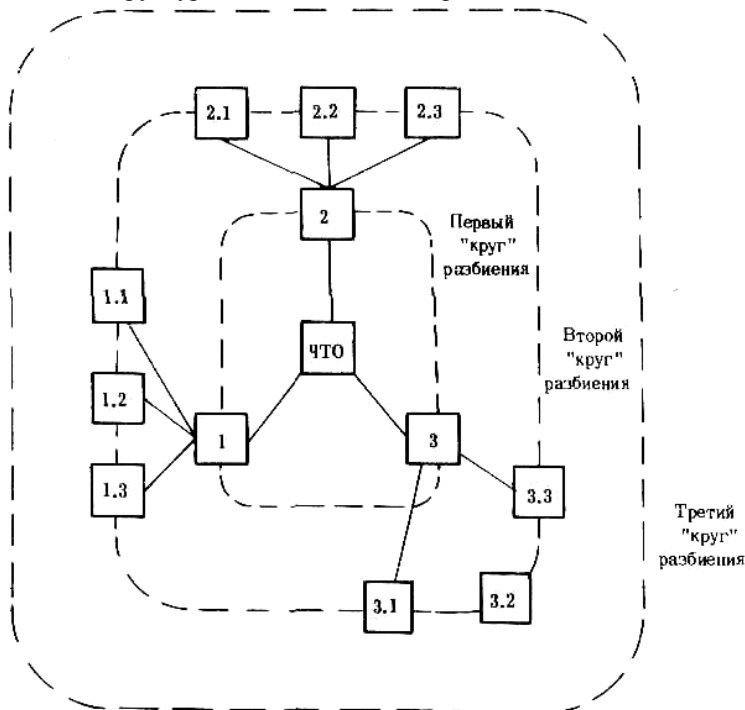


Рис. 6. Карта работ с кругами разбиения

Предмодель плана работ по созданию КЭАПП

1. Электронная аппаратура контроля производственного процесса.
 - 1.1. Автоматика контроля состояния склада.
 - 1.2. Система управления темпом выпуска.
 - 1.2.1. Аппаратура подсчета готовой продукции на выходе.
 - 1.2.2. Аппаратура аварийного отсечения и останова части поточных линий.
 - 1.3. Оборудование по контролю упаковки и паспортизации изделий.
 - 1.3.1. Устройства для изготовления этикеток на основе мгновенного взвешивания продуктов произвольного веса.
 - 1.3.2. Аппаратура расчета функционального качества индивидуальных конкретных изделий в темпе выпуска для печати на этикетке.
 2. Автоматика контроля смесительных процессов.

- 2.1. Аппаратура цифровых смешивающих систем.
 - 2.1.1. Аналого-цифровые преобразователи.
 - 2.1.2. Микропроцессоры.
 - 2.1.3. Расходомеры.
 - 2.1.4. Дозирующие устройства.
- 2.2. Аппаратура входного контроля и расчета требуемого состава мясных продуктов.
 - 2.2.1. Приборы определения жирности и содержания воды.
 - 2.2.2. Система пересчета на основании характеристик разрубка.
 - 2.2.3. Мини-ЭВМ и их математическое обеспечение.
- 3. Автоматика контроля разделительных процессов.
 - 3.1. Контроль инородных включений в пищевые продукты.
 - 3.1.1. Рентгеновские датчики.
 - 3.1.2. Источники и датчики для гаммаскопии.
 - 3.1.3. Системы на основе голографии.
 - 3.2. Системы сортировки.
 - 3.2.1. Датчики систем сортировки.
 - 3.2.1.1. Динамометрические датчики.
 - 3.2.1.2. Оптические датчики.
 - 3.2.1.2.1. Датчики контраста освещенности.
 - 3.2.1.2.2. Датчики изменения спектрального состава.
 - 3.2.2. Процессы сортировки.
 - 3.2.2.1. Сортировка птицы по весу перед упаковкой.
 - 3.2.2.2. Сортировка овощей в полевых условиях.
 - 3.2.2.3. Поштучная сортировка зерен риса для кондитерских смесей.
- 4. Аналитическая контрольно-измерительная аппаратура.
 - 4.1. Приборы и системы анализа состава продуктов на потоке.
 - 4.1.1. Системы определения содержания белков.
 - 4.1.2. Приборы для измерения дисперсных характеристик.
 - 4.2. Приборы для взвешивания на потоке фасуемых и дозируемых продуктов.
 - 4.3. Приборы для определения на потоке характера герметической укупорки емкостей.
 - 4.3.1. Оптические системы.
 - 4.3.1.1. Голографический контроль и расчет.
 - 4.3.1.2. Системы на основе анализаторов поляризованного излучения.
- 5. Автоматика контроля размеров и формы изделий на потоке.
 - 5.1. Системы для кондитерских производств.
 - 5.2. Системы для хлебопекарной промышленности.

Волновые итерации планирования

Когда в карте, приведенной в предыдущем разделе, во всех кубиках всех уровней будут заполнены грани 1, 2, 3 (**кто, что, кому**), будем говорить, что прошла первая «полуволна» планирования (от центра карты на ее периферию). Такое представление будет удобно для обсуждения именно **процесса** планирования. Если регистрировать реально идущий процесс планирования, перенося на карту работ содержимое очередного директивного документа по данной проблеме, а затем воспроизводить состояния карты как кадры мультипликационного фильма, то будет явственно видна эта «полуволна», идущая от центра к периферии.

Но продолжая эту аналогию, мы увидим, что после прохождения этой «полуволны» пойдет обратная «полуволна» уточнения. Это значит, что конкретные компетентные **ответственные исполнители сообщают в вышестоящие инстанции стоимость проведения порученных им работ, место и предполагаемые сроки их завершения (где, когда, сколько стоит)**. Таким образом, в обратной полуволне будут заполнены грани 3, 4, 5 в каждом кубике карты работ.

В обратной волне идет довольно интенсивная обработка данных, и подсчитываются два функционала:

D^2 — стоимость работ;

T^2 — продолжительность работ.

Когда пройдет обратная волна, руководитель работ получит детальное представление о первом варианте проекта и две точных «цифры»: D — общую стоимость работ, и T — общую длительность всей работы.

В этой ситуации ЛПП Иванов должен сравнить полученные данные с директивными.

Промежуточные результаты фаз $f_1 \dots f_6$ показаны на рис. 7. Каждая фаза цикла деловой активности (ЦДА) естественно распадается на две подфазы:

- планирование действий, предпринимаемых на данной фазе;
- реализация запланированных действий фазы.

Пользуясь понятием «карта работ» и понятием «волновых итераций планирования», мы можем нарисовать карту процесса планирования вдоль всего жизненного цикла проблемы, то есть, по сути дела, описать функцию планирования в целом по проблеме (рис. 8). Процессы составления плана на каждой фазе и процесс реализации этого плана показаны как прямые [и] обратные полуволны на карте работ каждой плоскости этого рисунка.

Проблемная ситуация

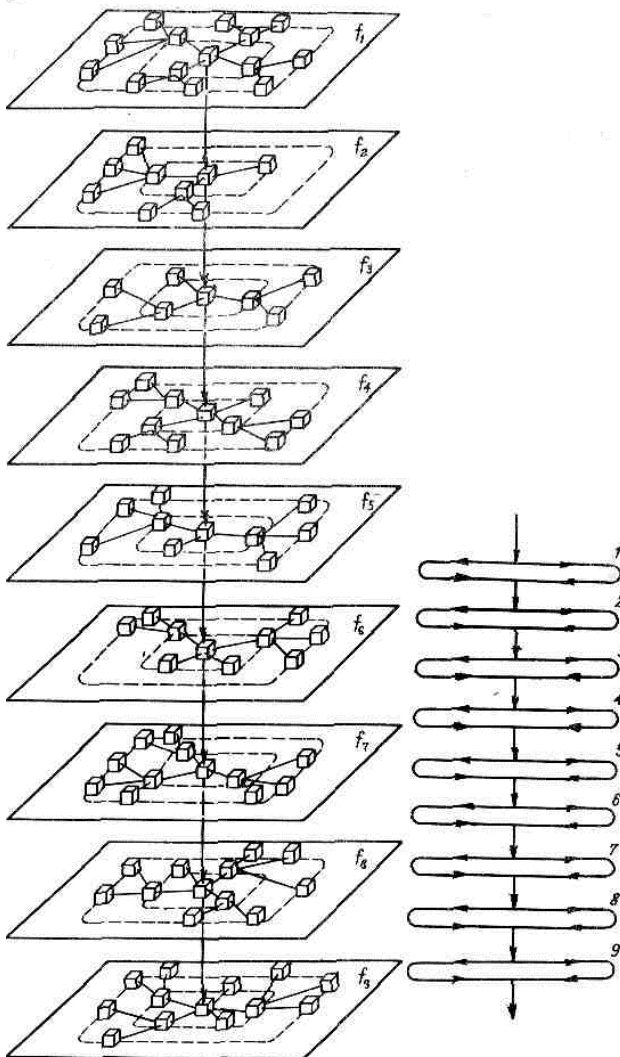


Рис. 8. «Этажерка» планирования

Рис. 7. Промежуточные результаты ЦДА

Результат i -й фазы запускает полуволну планирования $(i+1)$ -й фазы в ЦДА. Это движение на том же рисунке показано с помощью дополнительной стрелочной диаграммы. Например, описание проблемной ситуации, получаемой с выхода фазы №3, используется как основа при планировании деятельности по обзору возможных и доступных методов решения проблемы.

При этом следует отметить и специально подчеркнуть, что план действий специфичен на каждой фазе, но тематически планы инвариантны от фазы к фазе, поскольку речь идет все время об одной и той же хозяйственной проблеме. Пренебрежение качеством планирования на любой фазе ЦДА может привести к серьезным осложнениям в деле решения данной проблемы, то есть на любой другой фазе ЦДА. В связи с этим небезынтересно рассмотреть своеобразную «патологию» планирования в «системе координат» вдоль ЦДА.

Неудовлетворительная организация планирования или полное отсутствие таковой приводят (последовательно по возрастанию номеров фаз) к следующему:

- на фазе f_1 к тому, что проблему обнаруживают лишь тогда, когда симптомы становятся многочисленными, проблема очевидной даже для неспециалистов, а ущерб значительным;
- на фазе f_2 к тому, что проблема остается неизученной и фиксируется лишь по случайному набору симптомов. В результате набор хозяйственных объектов и процессов, охваченных проблемой, проблемной ситуацией, оказывается неполно и плохо описанным. Это приводит к выбору неприемлемых методов решения проблемы или к фиксации ложной проблемы;
- на фазе f_3 приводит к тому, что орган, принимающий решение, не фиксирует проблему в официальных документах или делает это с большим опозданием, усугубляя тем самым проблемную ситуацию цикла деловой активности;
- на фазе f_4 к тому, что не все методы оказываются названными. В результате будет создан далеко не самый дешевый план решения проблемы;
- на фазе f_5 к тому, что используют какую-то имеющуюся, либо стихийно складывающуюся, оргсистему выработки вариантов решения. Над этими оргсистемами может довлеть традиция, так как они в свое время были созданы для решения проблем, иных по

характеру и масштабам. Возникает опасность выработать далеко не самый лучший план решения проблемы;

- на фазе f_6 к тому, что отсутствие плана убедительной демонстрации полезности предлагаемого решения проблемы может привести к отказу в финансировании, а значит, к дальнейшему усугублению проблемной ситуации;
- на фазе f_7 спонтанное решение о финансировании, не подкрепленное планом оргтехмероприятий, может привести к половинчатым решениям, когда неправильно будет оценено соотношение между имеющимся заделом, ожидаемой помощью со стороны и закрепляемыми источниками финансирования. Даже при отличном плане это может сорвать процесс решения проблемы;
- на фазе f_8 плохая проработка плана управляемого эксперимента при решении проблемы по выбранному плану приводит к тому, что не вырабатываются необходимые важные дополнительные знания о хозяйственной ситуации. Это особенно хорошо заметно на процессах решения проблем в бурно развивающихся областях машиностроения. Здесь маленькое изобретение или твердый отрицательный результат несложной НИР могут разрушить большие, сложные и далеко идущие планы. Это вызывает частые коррекции общего плана — его существенное подорожание;
- и, как следствие, — на **фазе f_9** неправильный план учреждения предохранительных средств против повторения проблемной ситуации может привести к возобновлению проблемы. Отсутствие плана по подавлению вредных последствий процесса решения проблемы приводит к ущербу, сравнимому с ущербом от самой проблемы.

Как видно из приведенного чисто иллюстративного набора возможных «патологий», функция планирования одинаково важна на всех фазах ЦДА. Поэтому, на наш взгляд, настоятельно необходимо разрабатывать системы сквозного планирования деятельности по решению хозяйственных проблем и, что особенно важно, — **самой деятельности по коллективному исследованию проблемы и принятию решений** (на фазах $f_2 \dots f_8$).

Такие системы можно назвать также системами интегрального планирования, так как качество планирования на любой из фаз ЦДА существенно влияет на планирование и реализацию остальных фаз цикла.

В силу тематической инвариантности планирования вдоль всего ЦДА особую важность приобретают методы фиксации (записи) планов и методы работы с плановыми альтернативами **в реальном масштабе времени** с участием реальных лиц — планировщиков и руководителей, то есть лиц, принимающих решения.

Отметим, что идеи интегрального планирования и работы с альтернативами в реальном масштабе времени наиболее полно на сегодня проработаны в программных методах управления [28, 29].

Из-за механизма волновых итераций работа с фондом альтернатив при планировании становится почти незаметной. В самом деле, в каждый данный момент на рассмотрении находится максимум одна альтернатива. В следующей итерации она может быть заменена другой, но вместе они никогда не фигурируют в **одной** карте работ.

Работа с фондом альтернатив становится более заметной на фазе f_5 . Более того, она может стать **явной**. Действительно, в особо ответственных случаях идут на то, что на одну и ту же подцель **к реализации** назначают одновременно несколько вариантов достижения, лишь бы только получить результат хотя бы по одному из них.

Так поступает любой конструктор нового образца техники, дублируя технические решения по отдельным сомнительным блокам изделия. Подобных примеров полно и практика работы любого, даже небольшого, промышленного предприятия. На ранних стадиях разработки сложных технических систем получило «право гражданства» понятие «конкурирующие разработки» и т.д.

Все сказанное наводит на мысль искать формальные аналоги такой работы с альтернативами, связанной с многократным дублированием тех или иных подцелей плана. Здесь идеальным было бы построение замкнутой системы процедур, имитирующих полностью составление многовариантных планов. Поэтому целесообразно ввести понятие **вариантности** плана, используя его в дальнейшем с другими понятиями предполагаемого формализма.

Грубо говоря, вариантность плана — это величина, показывающая, сколько разных карт работ можно составить, используя альтернативы, на реализацию которых выделен ресурс согласно плану. При этом под картой работ принимается полное дерево целей, в котором ни одна подцель не дублирована.

Ясно, что из двух планов, эквивалентных по ресурсоемкости, интуитивно предпочтительнее тот, у которого больше вариантность.

Предполагается, что этот план будет более устойчив по отношению к неожиданным неблагоприятным изменениям оперативной ситуации.

Смысловые источники альтернатив

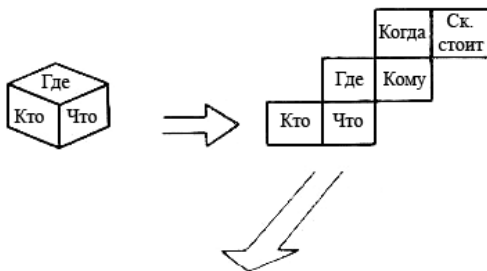
Возьмем карту работ и в соответствии с рекомендациями работы [33] заполним по одному из «кубиков планирования» таблицу, показанную на рис. 9. В этой таблице, как видно, по каждой грани, то есть по каждому вопросу, можно дать варианты ответов. То, что получится в результате, есть не что иное как «морфологический ящик», введенный Ф. Цвикки в уже цитированных работах [4, 5]. Выберем в каждом столбце таблицы по одному и только одному элементу и соединим их ломаной линией. Текст, составленный из выбранных позиций, можно трактовать как результат принятия решения. Таким образом, данный кубик после того, как заполнена эта табличка, может породить множество иных кубиков — вариантов, одинаковых по целевой ориентации, но имеющих различия по «месту действия», «исполнителю» и т.д. Всю их совокупность назовем линейкой альтернатив. В соответствии с заполнением таблицы возможно $3 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 144$ варианта выполнения данной подцели.

Смысловые позиции А, В, С, D, E, F будем поэтому называть смысловыми источниками альтернатив. Обсудим их кратко.

А — в этой позиции альтернативы возможны в силу того, что одна и та же подцель может быть достигнута физически разными результатами. Как правило, это разные варианты технических устройств или систем, работа которых достаточна для достижения подцели. Так что многообразии альтернатив в этой позиции определяется уровнем научно-технического прогресса и знанием руководителя конкретных технических возможностей собственного производства, рынка комплектующих изделий, производственной базы возможных подрядчиков и соисполнителей.

В — здесь альтернативы определены кадровым составом руководителей и их профессиональным признаком, то есть знаниями и навыками. С другой стороны, тот, кто составляет план, должен детально знать или выявлять эти профессиональные признаки, поскольку часто сам исполнитель не подозревает о наличии у него тех или иных навыков.

С — альтернативы размещения производства или просто места проведения того или иного целевого процесса определяются общим уровнем и территориальным распределением производственных предприятий. Таким образом, руководитель планирования должен знать возможности различных территориальных производственных единиц.



	КТО В	ЧТО А	ГДЕ С	КОМУ D	КОГДА E	СК. СТОИТ F
	КТО ЕЩЕ?	ЧТО ЕЩЕ?	ГДЕ ЕЩЕ?	КОМУ ЕЩЕ?	КОГДА ЕЩЕ?	ДРУГИЕ ВАРИАНТЫ СТОИМОСТИ?
1.2.1 Аппаратура подсчета готовой продукции на выходе	<u>n1a1</u> Ильин Ю.А. <u>n1a2</u> Редькин Н.П. <u>n1a3</u> Петросян В.С.	<u>n1a1</u> Фотоэлемент- ные системы <u>n1a2</u> Системы на емкостных датчиках <u>n1a3</u> Пьезодинами- ческие счетчики	<u>n1a1</u> Воронеж <u>n1a2</u> Ленинград <u>n1a3</u> Тула	<u>n1a1</u> Минприбору <u>n1a2</u> Минпищепрому	<u>n1a1</u> 1977 <u>n1a2</u> 1978	<u>n1a1</u> 30 000 руб. <u>n1a2</u> 60 000 руб.
1.2.1 Аппаратура подсчета готовой продукции на выходе	В. n1a1 ○ В. n1a2 ○ В. n1a3 ○	А. n1a1 ○ А. n1a2 ○ А. n1a3 ○	С. n1a1 ○ С. n1a2 ○ С. n1a3 ○	D. n1a1 ○ D. n1a2 ○	E. n1a1 ○ E. n1a2 ○	F. n1a1 ○ F. n1a2 ○

Рис. 9. Фрагмент «карта работ»: n — уровень разбиения, a — альтернатива

D — альтернативы поставок и субподрядов становятся известными после детального изучения потребности, решения задач доставки, изучения действующих стандартов, возможностей замены при комплектации и т.п.

E — альтернативы сроков завершения той или иной подцели определяются намерениями потребителей, возможностями

складирования, сезонными и суточными характеристиками производственного процесса и т.п.

F — варианты стоимости результата могут возникать из-за различия способа физической реализации, источников финансирования и т.п.

Таким образом, для обеспечения многообразия альтернатив необходимо знать не только множество «абстрактных» физико-технических возможностей, но и конкретные текущие «сиюминутные» возможности и свойства конкретной производственной системы.

Комбинаторный файл, серии альтернатив, уровни и эшелоны

Итак, на первом круге разбиения карты работ почти по всем граням «кубиков планирования» можно назвать варианты, и каждый кубик порождает целую серию альтернатив.

Если все их показывать на одном и том же рисунке, то переход ко второму кругу разбиения резко усложняется в чисто графическом плане. Карта работ так быстро «обрастает» кубиками, что варианты разных подцелей перепутываются визуально, и карта перестает быть наглядной

Выход из положения состоит в том, что плоскую карту работ надо превратить в пространственную конструкцию, добавив «ось альтернатив» в качестве дополнительного измерения.

Этот пространственный способ изображения показан на рис. 10.

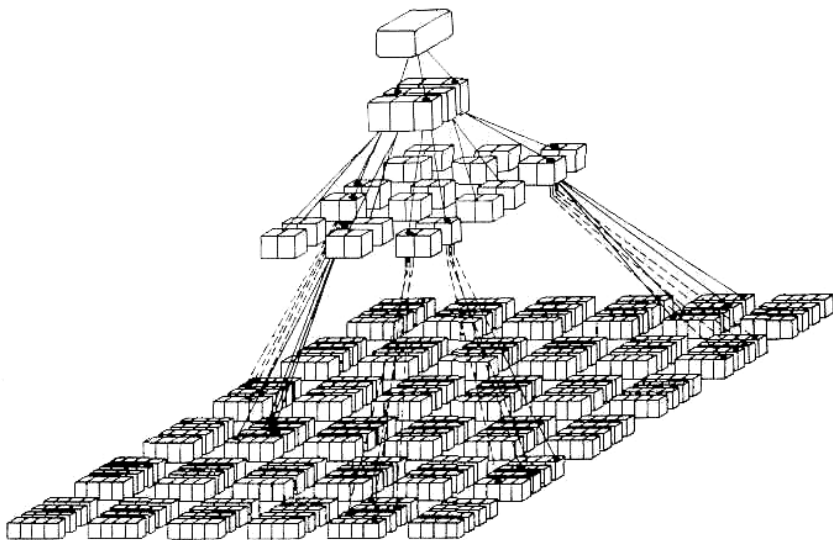


Рис. 10. Комбинаторное дерево альтернатив

Пространственное изображение карты работ с альтернативами необходимо для визуального восприятия **самой идеи альтернативного**

планирования. Оно требуется для наглядных построений при обсуждении алгоритмов оптимизации, а также для различных путей обобщения и исследования предлагаемой авторами системы.

На рис. 10 серии альтернатив показаны как склеенные в стопу «кубики планирования», по которым скользит стрелка, символизирующая выбор. Остановка стрелки на данном кубике означает включение его в план, то есть выбор соответствующей альтернативы. Эту графическую конструкцию назовем комбинаторным деревом альтернатив (КДА). Оно многоуровневое и может порождать очень большое число карт работ. Отметим специально, что картой работ мы назвали ранее дерево, которое ни по одной подцели не содержит альтернатив. Останавливая скользящие стрелки по-разному и одновременно на всех уровнях КДА, можно породить любой из возможных планов, то есть любую карту работ, даже если она бессмысленна.

Как видно из рисунка, КДА имеет корневую вершину и иерархические уровни альтернатив. Любую пару смежных уровней K -й и $(K+1)$ -й назовем эшелон. Каждый эшелон состоит из канонических составляющих, которые названы нами «кустами». Вид куста дан на рис. 11. Корневая вершина куста названа его корнем. Серии альтернатив, на которые опущены скользящие стрелки, названы кроной куста. То обстоятельство, что каждый эшелон распадается на сумму кустов, позволяет проводить так называемые поэшелонные расчеты. Поэшелонные расчеты существенно облегчают задачу оптимизации, то есть выбор карты работ, наилучшей в смысле того или иного критерия.

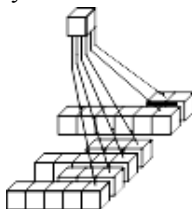


Рис. 11. Графическое изображение «куста» КДА

В ходе поэшелонного расчета происходит очень быстрое сужение множества пригодных альтернатив, пока в самом верхнем эшелоне не выясняется состав единственной наилучшей карты работ. Для этого критерий должен быть аддитивной функцией на множестве альтернатив. Например, это может быть стоимость в любом ресурсном выражении. Это также может быть функция Max или Min, применяемая при календарном расчете.

При поэшеленном отборе, например, по стоимости работ в каждом кусте самого нижнего эшелона выбирают самый дешевый вариант, суммируют стоимость по подцелям и приписывают это значение корню куста. В результате становится возможным провести такой же расчет в следующем, на ступень выше, эшелоне. Так «волна данных» проходит через все эшелоны, и в каждом эшелоне альтернативы «конкурируют за право» передать приписанные им значения наверх. В результате этого жесткого «конкурса» наверх «приписывается» только одна комбинация альтернатив всех уровней — глобально оптимальная карта работ. Алгоритм отбора при решении задачи оптимизации в любом отдельном кусте ранее обсуждался нами в работах [13, 34].

Работа с многоуровневыми деревьями при планировании производства освещена в [35]. Однако несмотря на проводимую в работе развитую систему абстрактных и машинно-реализованных конкретных процедур расчета при планировании, здесь работа с альтернативами на каждом уровне не постулирована в явных терминах.

Для представления комбинаторного дерева альтернатив в виде, пригодном для машинных расчетов, необходимо иметь списковый эквивалент структур, показанных на рисунках. Для этих целей пригоден индексно-последовательный файл, стандартные процедуры организации и ведения которого предусмотрены в дисковой операционной системе ЭВМ ЕС-1020. При этом название подцели (альтернативы) и ее численные характеристики попадают в область записи, а область ключа формируется из отрезков десятичной нумерации, принятой в «опорном тестовом примере». Несложная библиотека программных модулей может быть предусмотрена для предварительного анализа файла и вычисления меток, разбивающих записи файла по их принадлежности к одному кусту, а кустов — к одному эшелону. После разметки файла можно проводить поэшелонные расчеты по заданным характеристикам, пользуясь всего одной многократно вызываемой процедурой.

Мобилизация компетентного знания

Основным моментом в процессе составления плана на проведение нового хозяйственного процесса является **необходимая мобилизация знаний**, составляющих профессиональный и жизненный опыт руководителей и специалистов разных уровней компетенции и власти.

В предшествующих разделах мы выяснили центральную сущность процесса планирования, состоящую в правильном проведении актов централизации/децентрализации ответственности за состоятельность плана как содержательного «чертежа» хозяйственного процесса. Был

описан один из наблюдаемых способов мобилизации компетентного знания, который мы условно обозначили в виде «волновых итераций планирования». Теперь следует заметить, что это не единственный из всех возможных способов мобилизации компетентного знания. Очевидно, что можно предложить и другие способы. Не имея возможности проводить здесь типологию этих процессов и способов, рассмотрим лишь, что нового приносит в процесс мобилизации знания комбинаторный файл и математическое обеспечение ЭВМ.

Итак, процесс достижения цели принято показывать как дерево целей. В процессе достижения цели первоначальное дерево может много раз корректироваться. Почти по каждой подцели при этом находят «запасной вариант». Если не получается один, то переходят на другой вариант, но стараются выполнить подцель.

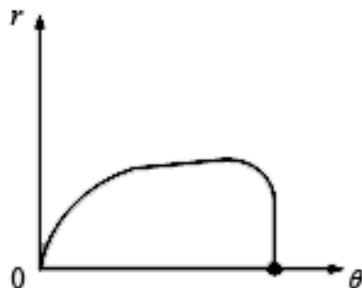
Как уже было сказано, одновременное изображение всех альтернативных способов достижения подцелей на всех уровнях приводит к построению комбинаторного файла или же альтернативного дерева целей (комбинаторного дерева альтернатив). Это альтернативное дерево приобретает некоторый «универсальный смысл», ибо на нем как на табло можно высветить любой смысловой объект, сопровождающий процесс достижения цели. Например, можно показать любую выбранную карту работ, просто отметив включенные в нее альтернативы. Можно показать имеющийся задел, возможную помощь со стороны, текущее состояние выполнения и многое другое. С появлением этого «табло» появляются новые возможности и формы работы с данными. Рассмотрим это снова путем сравнительного изложения в «две колонки»:

	<i>Традиционно</i>	<i>С помощью файла</i>
1	Плановая документация в сумме есть некоторая неявная карта работ без альтернатив, которая меняется по содержанию по мере того, как с нею работает многочисленный коллектив плановиков и проводит корректировки.	Комбинаторный файл как табло с отмеченными на нем картами работ содержит большую часть из известных на данный момент альтернатив достижения подцелей. Он имеет интегральную природу и меняется только в смысле пополнения новыми альтернативами, которые стали известны недавно.
2	Альтернативные линейки по подцелям хранятся в сознании	В комбинаторном файле альтернативные линейки имеют

	<i>Традиционно</i>	<i>С помощью файла</i>
	специалистов и руководителей в «стихийном виде».	стандартный вид и доступны для любого из участников процесса планирования
3	Когда потребуется коррекция плана, одна альтернатива будет заменена на другую, и карта работ снова не будет содержать альтернатив в явном виде.	При изображении намерений на «табло» комбинаторного файла можно показать план с альтернативами и дублированием «узких мест».
4	Работа с альтернативами продолжается до тех пор, пока продолжаются коррекции плана. Недостающие альтернативы «изыскивают» по мере возникновения проблемных ситуаций.	4. Работа с альтернативами при составлении файла содержит две четко различных фазы: <ul style="list-style-type: none"> – форсированный сбор всех известных альтернатив; – пополнение файла по мере изобретения новых альтернатив.

На рис. 12 показаны графики интенсивности потока новых данных при традиционном представлении плана и при работе по планированию с использованием комбинаторного файла.

а) При традиционной работе с альтернативами и ограничениями



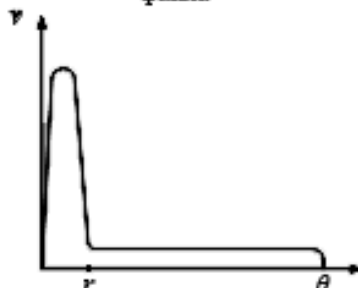
$(0, \theta)$ — время, отводимое на процесс планирования

r — интенсивность потока новых данных

(θ, r) — мобилизационная фаза

(r, θ) — исследовательская фаза

б) При работе с альтернативами и ограничениями с предварительным формированием комбинаторного файла



Интенсивность потока плановых данных

Рис. 12. Интенсивность потока плановых данных

Фазы планирования с использованием комбинаторного файла различаются по методам, которые применяются при проведении каждой из них:

(θ, r) — **мобилизационная фаза** предполагает формирование основной части файла на базе широко известных знаний, ставших предметом хозяйственной традиции.

(r, θ) — **исследовательская фаза** предполагает восполнение дефицита знаний. Это либо малоизвестные данные, либо данные, которые неизвестны никому и могут быть получены только путем проведения управляемого эксперимента.

5	При традиционном планировании мобилизационная и исследовательская фазы перемешаны друг с другом, и оба вида работ выполняются практически в одно и то же время. Новые данные поступают в карту работ равномерно и пропорционально числу специалистов, работающих над планом в данный момент.	При планировании с использованием файла как оперативной памяти об альтернативах возникает возможность целостного восприятия как полного множества альтернатив на первой фазе, так и возможность целостной оценки проблемных областей альтернатив, которые требуют исследования.
---	--	---

Разделение мобилизационной и исследовательской фаз позволяет четко разделить и методы, с помощью которых реализуют тот и другой вид работ.

*Расплывчатые множества*¹²

В классической теории конечных множеств рассмотрены множества, состоящие из конечных наборов базовых элементов. Обозначим базовый набор:

$$A = \{a_1, a_2, a_3 \dots a_N\}.$$

Для задания множеств над базовым набором используют понятие «характеристической функции» [36] или, что то же, — «функции принадлежности» [37]. Значение μ_B функции принадлежности элементов a к множеству B определяют по следующему правилу:

$$\mu_B(a_i) = 1, \quad \text{если } a_i \in B,$$

$$\mu_B(a_i) = 0, \quad \text{если } a_i \notin B,$$

¹² В настоящее время общепринятым переводом понятия «fuzzy set» является «нечеткое множество». — прим. сост. Е.Б. Попова.

Если порядок элементов в A фиксирован, то любое множество C представимо в виде строки из нулей и единиц, как показано в таблице.

A	a_1	a_2	a_3	a_4	...	a_{N-1}	a_N
C	1	0	1	1	...	0	1

Строка, соответствующая множеству C , показывает, в частности, что a_1, a_3, a_4 и a_N принадлежит C , a_2 и a_{N-1} не принадлежат C .

Таким образом, на данном базовом наборе элементов A можно задать не более 2^n множеств, начиная от пустого множества с $\mu = 0$ и кончая полным множеством A с $\mu A = 1$.

Операции над множествами приобретают наглядный вид и арифметическое представление, если их определить через действия над соответствующими функциями принадлежности.

1. Операция дополнения.

C — исходное множество,

$C^A = A \setminus C$ — дополнение C к A .

При этом

$$\mu C^A = 1 - \mu C.$$

2. Операция пересечения.

$$B = C \cap D,$$

$$\mu B = \min(\mu C, \mu D).$$

3. Операция объединения.

$$E = C \cup D,$$

$$\mu E = \max(\mu C, \mu D).$$

В теории расплывчатых множеств [37] определения также проведены с привлечением понятия функций принадлежности. Базовый набор элементов назван «областью рассмотрения». Операции дополнения, пересечения и объединения определены уже исходя исключительно из значений функций принадлежности точно так же, как дано в формулах 1, 2, 3. Это сделано уже не для наглядности, а потому что это единственно возможный способ определения, так как в этой теории обобщение состоит в том, что функциям принадлежности разрешено принимать над элементами области рассмотрения значения на всем отрезке $[0, 1]$, а не только в его крайних точках, то есть

$$0 < \mu C < 1.$$

В результате над базовым набором $\mathcal{C} \left\{ \begin{matrix} M \\ J \end{matrix} \right\} = 1$ оказывается возможным задать не только 2^n «четких множеств», но и «континуальное количество» нечетких, «расплывчатых множеств».

Важно отметить, что с введением таких функций принадлежности «пропадает» понятие перечисления подмножеств, так как, взяв некоторое расплывчатое множество F , невозможно путем последовательного изъятия и возврата элементов породить все его подмножества. Действительно, в расплывчатом случае эта процедура не определена физически.

Если в случае четких множеств **все** множества над базовым набором A можно было рассматривать как семейство всех его подмножеств, то при переходе к расплывчатым множествам эта интуитивно «прозрачная» связь попросту не имеет места.

В «четком случае» процедура отождествления абстрактного подмножества и обозначаемого им в практике набора элементов даже не подлежала обсуждению, настолько она была очевидна.

Совсем иная ситуация в случае расплывчатых множеств. Чтобы аппарат этой теории был применим на практике, надо иметь процедуры «измерения», порождающие расплывчатые множества, исходя из конкретных физических объектов, явлений или ситуаций.

Довольно распространено ошибочное понимание расплывчатости как якобы следствия несовершенства процедуры, определяющей принадлежность того или иного элемента к множеству. Кроме того, расплывчатость часто отождествляют с вероятностной мерой, что принципиально недопустимо.

Расплывчатые множества не являются порождением неточных измерительных приборов и процедур. **Понятие расплывчатого множества — это точное понятие, которое требует точных процедур измерения и отождествления.**

Чтобы подчеркнуть это еще более настойчиво, воспользуемся аналогией-примером.

Известно, что существует несколько подходов в теории вероятностей: аксиоматический, частотный и т.п. Однако независимо от обоснований теории вероятностей существует всего одна дисциплина, которая «дает натуральную пищу» для формализмов. Это теория и практика статистики, которые трактуют о том, как **измерять** параметры явлений, подвергающихся вероятностному моделированию.

Подобно этому, имея формальный аппарат расплывчатых множеств, необходимо располагать практикой **измерений**, которые давали бы поток данных для моделей и «расплывчатого моделирования».

Статистика и, в особенности, промышленная статистика «служат» теории вероятностей. Возникает вопрос о том, что же в практической

сфере может служить теории расплывчатых множеств. Этот вопрос может быть решен по-разному в зависимости от используемого метода интерпретации.

Мы излагаем здесь кратко нашу интерпретацию того, как надо **точно измерять расплывчатость** множеств, соответствующих объектам деятельности хозяйственно-экономических систем.

Пусть, например, перед нами партия телевизоров одной и той же марки с одной и той же номенклатурой составляющих радиодеталей A . Эти телевизоры выпущены одновременно, но эксплуатируются по-разному, так что имеют «различную степень износа».

Выберем в качестве области рассмотрения набор деталей A . Рассматривая какую-то деталь a , будем определять ее степень износа по возможности и целесообразности ее дальнейшего использования или ремонта и повторного использования в этом же телевизоре. Если стоимость ремонта равна или выше стоимости производства, и деталь a , нельзя больше использовать, то положим:

$$\mu_C(a_i) = 0.$$

Если деталь a_i имеет установленный ресурс работы α часов и может без восстановления работать еще β часов, то положим:

$$\mu_C(a_i) = \beta/\alpha.$$

Если деталь обязательно надо восстанавливать, и стоимость ремонта $d(a)$ меньше стоимости изготовления $D(a)$, то положим:

$$\mu_C(a_i) = \frac{D(a_i) - d(a_i)}{D(a_i)}.$$

Если деталь a_i исправна и находится в не расконсервированном телевизоре, то положим

$$\mu_C(a_i) = 1.$$

Теперь возьмем конкретный телевизор C и по указанным правилам построим функцию принадлежности μ_C , исследовав состояние его деталей. Тогда расплывчатое множество C есть **точная** картина — отчет о принадлежности данного телевизора к множеству «абсолютно исправных». Напротив, множество C с функцией $(1 - \mu_C)$ — это **точная** картина — отчет о принадлежности телевизора C к множеству «абсолютно поломанных».

Теперь рассмотрим множество объектов одинаковой комплектации, но таких, которые не постепенно изнашиваются, а напротив «планово сооружаются», начиная с «нуля». Пусть, например, это множество производственных корпусов, возводимых по одному и тому же типовому

проекту A . Множество элементов A типового проекта используем как базовую «область рассмотрения».

Пусть в какой-то момент времени возникла потребность составить отчет о принадлежности данного здания к множеству «абсолютно готовых зданий» (или к множеству «абсолютно не завершенных», не начатых строительством объектов).

В этом случае можно поступить так. Для конкретного объекта C по каждому элементу a типового проекта A выявим размер освоенных капитальных средств d и их долю от типовой стоимости возведения a — D .

Положим:

$$\mu_C(a_i) = \frac{d_i}{D_i}$$

Тогда в завершённом проекте (объекте) C $\mu_C(a_i) = 1$ при любом i , а в не начатом $\mu_C(a_i) = 0$.

Рассмотрим теперь процедуры, связанные с тем, что меняется область рассмотрения, то есть **меняется тот базис**, в котором для реальных объектов вырабатывают их информационные изображения (представления). Поскольку понятие базиса, базового множества является плодотворным в алгебре, воспользуемся готовыми ассоциациями, которые имеются у каждого, кто проходил вузовский курс алгебры. Рассмотрим «формулы перехода к новой системе координат» или же к новой «области рассмотрения». **Имеется расплывчатое множество, соответствующее объекту, представленному в данной области рассмотрения. Изменяется область рассмотрения. Необходимо переработать прежнее представление в новое, соответствующее новому базису.**

Рассмотрим частный случай перехода, когда новая область рассмотрения является гомоморфным образом, сужением старой области рассмотрения (случай агрегирования данных). Это соответствует тому, что от уровня мельчайших деталей переходят к крупным блокам, сложным сборочным единицам «возводимого», либо «изнашиваемого объекта». Обычно такой переход называют агрегированием информации, агрегированием моделей и т.п. В бухгалтерской практике этот переход носит название «сведения или укрупнения показателей».

На рис. 13 дана древовидная структура A , в которой выделены «уровни рассмотрения», соответствующие в разной степени агрегированным областям рассмотрения. В принципе возможен переход от нижнего уровня к любому вышележащему, но поскольку он сводится к

последовательности переходов между соседними, смежными уровнями, рассмотрим только такой переход. Более того, этот переход между смежными уровнями сам представим как объединение независимых расчетов в так называемых «кустах», на которые естественным образом распадается множество вершин двух смежных уровней в древовидной структуре A . Расчет в каждом таком кусте проводят по формуле агрегирования

$$\mu_C^II = \frac{\sum D(a)\mu_C^I(a)}{\sum D(a)}.$$

Необходимые обозначения даны на рис. 13.

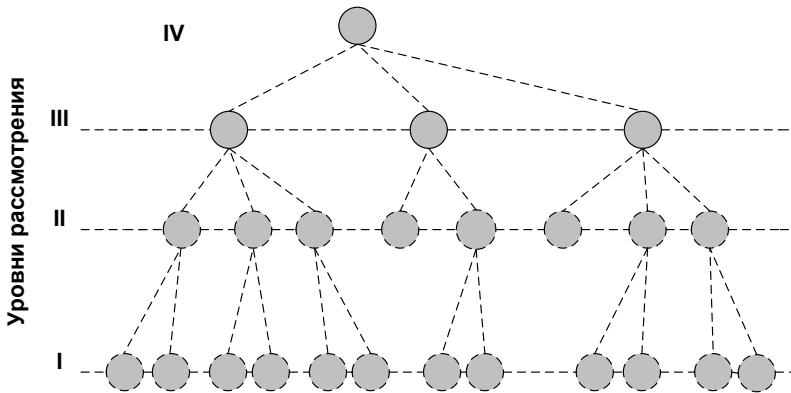


Рис. 13. Уровни рассмотрения

Мы видим, что при расчете происходит объективное сжатие данных, когда количество информации уменьшается, но картина в целом не искажается. Такое преобразование данных без искажения становится возможным благодаря неявному постулированию инварианта — «доли освоения капитальных вложений», сведения о которой представляют наибольшую ценность и не должны искажаться ни на одном из уровней рассмотрения. Таким образом, преобразование от детальной области рассмотрения к укрупненной проводится пошелонным расчетом и не является обратимым.

Табло альтернатив

Выберем в качестве области рассмотрения множество висячих вершин в КДА, то есть самый детальный уровень рассмотрения. На этом множестве, как на своеобразном «табло», можно изобразить портрет любого смыслового объекта или понятия, существенных для процесса планирования и процесса реализации плана.

Например, рассматривая организацию C с точки зрения возможности ее участия в процессе достижения цели, можно с помощью функции принадлежности «высветить» портрет производственных возможностей μ_C этой организации. Для этого надо указать по каждой альтернативе, сможет ли организация реализовать ее в случае включения этой альтернативы в план. Если сможет реализовать целиком, то $\mu_C(a_i) = 1$, если же не сможет, то $\mu_C(a_i) = 0$. Если организация сможет выполнить по подцели лишь долю α всей работы, то $\mu_C(a_i) = \alpha$. Пусть таким образом построены портреты возможностей V всех соисполнителей в обобщенном смысле этого слова, то есть в число соисполнителей включены, например, рыночные поставщики с их возможностями, имеющийся задел и т.п. Над этими расплывчатыми множествами можно производить действия и операции, определенные выше. При этом выясняется, что они имеют вполне определенный **физический смысл**. Так $\mu = 1 - \mu_C$ — это численный портрет того, что не может данная организация.

$$\mu_{(C_1 \cup C_2)} = \max(\mu_{C_1}, \mu_{C_2})$$

— это портрет «суммарных возможностей организаций C_1 , и C_2 ».

$$\mu_{(C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_N)} = \min(\mu_{C_1}, \mu_{C_2}, \dots, \mu_{C_N})$$

— множество, олицетворяющее «технологические возможности», имеющиеся в любой организации и поэтому размещаемые при планировании независимо.

Фронт работ Φ , назначаемых к исполнению в ходе реализации плана, четкий, «нерасплывчатый портрет» в том случае, если ресурсы неконвертируемы, так как работу либо включают в планы и выделяют весь положенный ресурс, либо совсем не включают в план. Так что

$$\mu = \{1^0\}$$

В терминах работы [37] фронт работ есть «решение», которое получается по «формуле»; «решение» = «цель» \times «ограничение». Заметим, что по этой формуле портрет решения может быть и расплывчатым множеством.

«Табло альтернатив» как область рассмотрения позволяет выразить текущий смысл и значение широкого круга понятий, используемых в планировании и оперативном управлении, показав их расплывчатые **точные** портреты. Например, можно сказать «профессиональный признак персонала», отметив те альтернативы в КДА, которые могут быть реализованы данным персоналом в силу имеющихся навыков и выучки.

Возможность снабдить каждое понятие расплывчатым портретом и тем самым вовлечь его в систему точных алгебраических отношений, помимо интуитивно постижимой семантики, прагматики и драматики понятий [38], невозможно переоценить. Нам представляется весьма примечательным отход от вероятностных трактовок и введение понятия «лингвистической переменной» в теорию принятия решений, предпринятые в работе [37]. Именно понятие лингвистической переменной, по всей видимости, сыграет значительную роль при создании комплексных имитационных моделей в области планирования. В разделе «Зондирование решений» и в данном разделе нами использованы результаты, полученные совместно с И.П. Беляевым.

Оперативная ситуация и ее компоненты

Генеральная цель, фонд альтернатив, задел, ожидаемая мощь, ограничения и т.д. — это компоненты отраслевой ситуации, в которой находится разработчик плана. Имея наличный ресурс, ЛПР стремится создать у себя целостное представление об оперативной ситуации. Для этого необходимо, по край мере, однозначно определить отношения между компонентами.

Принимая решение об использовании наличного ресурса, ЛПР естественно стремится использовать согласованно и равно имеющийся задел, наличный ресурс и ожидаемую помощь со стороны и при этом «вписаться» в ограничения.

Остановимся более подробно на трактовке основных компонент оперативной ситуации.

Задел. Составляя план, всегда хотят опереться на уже имеющиеся результаты, которые в таких случаях принято называть заделными. Задел стремятся включить в состав плана, для того чтобы уменьшить расход ресурса и высвободить часть его для реализации других подцелей. При этом повышается вариантность плана и растет гарантия успеха всего мероприятия.

Для интуитивно ясного понятия «задел» легко составить расплывчатый портрет [39]. Обозначим через $Z(a)$ функцию принадлежности, с помощью которой будем показывать степень принадлежности альтернативной подцели $-a$ к «заделу». Значения функции будем вычислять по следующему правилу. Если альтернатива $-a$ полностью реализована, и результат налицо, то на нее больше не надо тратить ресурсов. Положим в таком случае $\mu_Z(a) = 1$. Если же процент выполнения работ по реализации альтернативы $-a$ равен α (в долях от единицы), то положим $\mu_Z(a) = \alpha$.

Ограничения. Несмотря на возможность выделить ресурс на ту или иную альтернативу $-a$ », может случиться, что эту альтернативу запрещено включать в план. Причины запретов могут быть различными. Различны также источники и формы фиксации запретов. Это могут быть запреты директивных органов, установления международных организаций, соображения здравого смысла и т.п. Фиксация может проводиться в форме конвенций, нормалей, стандартов, кодексов и т.п. Но какова бы ни была форма фиксации ограничений, есть возможность унифицировать представление ограничений. Обозначим функцию принадлежности альтернативы к запретной области через $B(a)$. Если $B(a) = 1$, то это значит, что альтернативу запрещено применять в любом случае. Если $B(a)$ близка к единице, то «альтернативу применять в крайнем случае». Если $B(a) = 0$, то альтернативу можно применять всегда. Значение $B(a)$ показывает степень нежелательности применения альтернативы. Задав значения $B(a)$ на всех альтернативах фонда, получаем расплывчатое множество «ограничение». Расплывчатое множество, дополнительное к нему, то есть имеющее функцию принадлежности $V(a) = 1 - B(a)$, есть, очевидно, портрет понятия «возможность выбора».

«Ожидаемая помощь». Ожидаемая помощь со стороны в разных видах деятельности может иметь разный содержательный характер, но сущность ее всегда одна и та же — высвобождается часть ресурса и подцель достается со значительной экономией.

Если на помощь со стороны можно твердо рассчитывать, то ею не пренебрегают. Помощь со стороны — распространенная категория в хозяйстве, и особенно в разработке новой техники. В техническом творчестве это настолько распространенное явление, что его перестают замечать. Говорят только, что «надо следить за сторонними проектами и заимствовать из них **подходящие** изобретения», или «обычно дешевле купить комплектующее изделие на рынке, чем налаживать его на собственном производстве», или «максимально использовать сведения из научно-технической информации по данной проблеме», и т.п.

Обозначим функцию принадлежности альтернатив к области «ожидаемая помощь» через $\mu_{II}(a)$. Если $\mu_{II}(a) = 1$, то [это] значит, [что] можно достичь цели $-a$ » со стопроцентной экономией, т.е. бесплатно. Если $\mu_{II}(a) = 0$, то это значит, что оказанная помощь позволит сэкономить долю φ от первоначальной стоимости достижения подцели $-a$ ».

«Трудоёмкость». Достижение генеральной цели и любой из ее подцелей требует ресурсов. Однако в момент начала действий

невозможно указать безотносительную трудовую стоимость для всех без исключения подцелей. Это можно сделать только для тех подцелей, которые не имеют подчиненных им целей с альтернативами. В самом деле, стоимость любой подцели высоких уровней не может быть указана, пока не станет известно, каким конкретным набором нижележащих альтернативных подцелей она была достигнута. Итак, составные подцели мезоуровня не имеют первоначальных безотносительных трудовых стоимостей.

Таким образом, картина трудоемкости может быть составлена, если перечислены все элементарные подцели нижних уровней и заданы их стоимости.

Механизм пересчета стоимости. Согласованное с содержанием каждой компоненты решение может быть принято с использованием так называемого механизма пересчета стоимостей. Компоненты Z , B , Π , A согласно определениям работы [37] являются расплывчатыми множествами.

Обозначим:

min — операцию взятия наименьшего из двух чисел;

max — операцию взятия большего из двух чисел;

not — операцию дополнения, то есть взятия $(1 - \mu)$ вместо μ .

С помощью этих обозначений запишем некоторые отношения между компонентами B , Z , Π .

Остановимся на некоторой альтернативе $\alpha^?$. Для нее необходимо определить наиболее выгодный способ реализации, если она будет включена во фронт работ:

- принять результат как помощь со стороны;
- завершить самостоятельно, используя имеющийся задел;
- реализовать полностью, если задел отсутствует.

Имея значения Z и Π , можно сделать это до оптимизационных расчетов. Тем самым эти расчеты будут существенно упрощены и облегчены. Надо выбрать самый дешевый способ.

- стоимость реализации при условии приема помощи есть $C(1 - \Pi) = C(not(\Pi))$;
- стоимость реализации с использованием задела есть $C(1 - Z) = C(not(Z))$;
- если задел и помощь отсутствуют, то стоимость есть $C(1 - Z)(1 - \Pi) = C$.

В любом случае, наименьшая возможная стоимость реализации данной альтернативы вычисляется как взятие наименьшей из трех перечисленных величин:

$$C' = \min(C \times \text{not}(\Pi), C \times \text{not}(З), C \times A) = C(1 - \min(\text{not}(\Pi), \text{not}(З), A)).$$

Таким образом, получена формула пересчета стоимостей. Проведя пересчет по этой формуле для каждой альтернативы в фонде альтернатив, мы учитываем характер конкретной хозяйственной системы, в которой предполагается реализовать поставленную цель. И важно подчеркнуть, что все это делается **до** проведения оптимизационных расчетов.

Учет времени. С течением времени с начала выполнения плана могут изменяться следующие объекты;

- постепенно истощается наличный ресурс P ;
- увеличивается задел;
- меняется система ограничений;
- меняется характер помощи со стороны.

Введем дискретное время, например, с шагом в один месяц.

Если задать предвидимые значения $B(t_n)$, $\Pi(t_n)$, $З(t_n)$, $P(t_n)$, $A(t_n)$ во все моменты календарного периода ($T_{\text{нач.}}$, $T_{\text{конеч.}}$), отведенного на выполнение плана (фаз $f_1 - f_9$), то каждому из указанных расплывчатых множеств будет поставлен в соответствие символический объект, определенный во времени. Естественно назвать такие объекты «расплывчатыми процессами». Тогда набор сечений по заданному моменту времени T — $A(T)$, $B(T)$, $\Pi(T)$, $З(T)$, $P(T)$ — всех этих процессов есть картина оперативной ситуации в момент T .

В зависимости от соотношения расплывчатых портретов ограничения, задела, помощи и ресурса оперативная ситуация может иметь разные свойства. В частности, она может быть «жесткой ситуацией», «ситуацией срыва» «ситуацией первого рода», «ситуацией второго рода». Далее эти типы оперативной ситуации определены, и исследуется их роль в принятии решений в ходе оперативного управления на фазе t цикла деловой активности.

Типы оперативных ситуаций

Ситуация срыва. Оперативная ситуация называется «ситуацией срыва», если $A(t)$, $З(t)$, $\Pi(t)$, $B(t)$ и $P(t)$ таковы, что никаким распределением остаточного ресурса $P(T)$ невозможно обеспечить достижение генеральной цели. Это значит, что невозможно графически выстроить ни одну карту действий. Мощность множества возможных курсов действия оказывается нулевой.

Жесткая ситуация. Оперативная ситуация называется жесткой, если $A(t)$, $Z(t)$, $P(t)$, $B(t)$ и $P(t)$ таковы, что существует всего одна карта работ, укладываемая по стоимости в $P(T)$. В жесткой ситуации нет никакой свободы выбора. Сама ситуация **диктует** единственно возможную карту действия.

Ситуация первого рода. Оперативная ситуация называется ситуацией первого рода, если имеется более одной карты работ, укладываемой в остаточный ресурс, но уже никакие две карты работ не могут реализоваться одновременно, так как на это не хватит ресурса.

Ситуация второго рода. Оперативная ситуация называется ситуацией второго рода, если она позволяет реализовать одновременно более одной карты работ.

Вариантность ситуации. В ситуации второго рода множество карт работ, которые возможно реализовать одновременно, назовем V -многообразием. С каждой оперативной ситуацией второго рода может быть связано некоторое множество V -многообразий. Выберем то из них, которое содержит наибольшее число карт действия. Число карт действия этого V -многообразия будем называть **вариантностью** оперативной ситуации.

Как видно, различные ситуации, которые могут встретиться, образуют упорядоченный набор по такой характеристике, которую каждый, не задумываясь, отождествит со «свободой выбора».

По ходу времени компоненты оперативной ситуации могут меняться так, что будет происходить деградация ситуаций от ситуаций второго рода к ситуациям первого рода, а затем к жесткой ситуации и, наконец, ситуации срыва. Введенная величина — вариантность ситуации — позволяет обнаруживать и отмечать такие тенденции. Сначала коэффициент вариантности уменьшается, затем становится равным единице, а затем обращается в нуль. **Ситуация срыва есть ситуация с коэффициентом вариантности, равным нулю.**

Предвидение ситуаций срыва. К срывам не принято относиться пассивно и ждать их наступления. Срыв стремятся предвидеть и предупредить. Предвидение заключается в том, что стараются предсказать появление неблагоприятного соотношения между $B(T)$, $P(T)$ и $Z(T)$ при заданном $P(T)$.

Предупреждение же состоит в том, что, исходя из предвидимого поведения задела, ограничений и ожидаемой помощи, ресурс $P(T)$ распределяют так, чтобы обеспечить максимум коэффициента вариантности на конец календарного периода, то есть

$$|V(T_k)| \rightarrow \max.$$

Однако формальная сторона процесса принятия решений, в основном, состоит не в этой процедуре.

Ответственность за принятие решений остается за ЛПР, поэтому принятие решений все равно будет осуществляться интуитивно. Важно то, что коэффициент вариантности и связанный с ним простой формализм могут быть использованы как инструмент для зондирования и исследования интуитивно принятых решений. **В этом случае появляется повод для диалога между ЛПР и ЭВМ.** В дальнейшем авторы предполагают разработать возможные пути построения диалога между ЛПР и ЭВМ для случая распределения ограниченных ресурсов между несколькими проектами.

Зондирование решений

Принятие решений есть распределение ресурса на достижение целей. Решение, принятое на основе интуиции, может быть подвергнуто обсуждению, последующему «разбору» и анализу. Скажем, решения, принятые в ходе знаменитых сражений, стали аудиторными примерами для анализа при обучении офицеров.

Однако нас интересует не анализ «постфактум» с целью извлечения уроков из прошлого, а «зондирование качества решений» **в сейчас происходящем процессе.** Необходим анализ принимаемых решений в реальном масштабе времени, перед тем как они назначаются к исполнению. Для этого необходимо иметь подходящие формальные инструменты, имитационные модели. Подчеркнем специально, что **инструмент** здесь может быть формальным и только формальным, потому что любые попытки неформального анализа решений сами автоматически становятся неотъемлемой частью, этапом в этом же интуитивном процессе принятия решений, сливаются с ним.

Чтобы пояснить идею, воспользуемся прототипом такого формального инструмента, выработанным в сетевом планировании. Дело в том, что сетевой график строят интуитивно. Качество сетевого плана зависит от искусства руководителя. Это качество определяется с помощью формальных процедур. ЭВМ выделяет в сетевом графике множество критических и подкритических путей, рассчитывает длительность работ в целом, строит кривые интенсивности потребления ресурса и т.п. Изучив эти данные, руководитель пытается интуитивной коррекцией сети улучшить те или иные характеристики плана. Возникает обратная связь для улучшения решений, принятых интуитивно. Это можно назвать управлением качества решения.

По аналогии с этим в обсуждаемом нами формализме необходимо построить контур управления качеством решений. Но в нашем случае распределения ресурса по подцелям в дереве альтернатив придется выбрать иные характеристики решений.

Пусть руководитель распределил ресурс P так, что к выполнению назначено множество подцелей $\{X\}$. Задача состоит в том, чтобы исследовать «прочность» этого решения. При этом под «прочностью» понимается следующее. Во-первых, в X можно найти такое подмножество x , что отказ по всем подцелям, принадлежащим x , приводит к ситуации срыва. Во-вторых, после срыва необходимо будет привлечь дополнительный ресурс ΔP , для того чтобы достичь хотя бы некоторой жесткой ситуации, то есть такой ситуации, в которой возможен хоть один выполнимый курс действий.

Будем находить x с помощью следующей циклической процедуры.

Вычеркнем условно из x поочередно каждую из принадлежащих ему альтернатив a_i . Подсчитаем, к какому снижению коэффициента вариантности $\Delta V(a_i) = \Delta V_i$ это приводит. Найдем максимум следующей функции

$$f_0 = \max_{\alpha_i} f_i; \quad f_i = \frac{\Delta V_i}{P_i}; \quad P_i = P(\alpha_i)$$

Присвоим этой альтернативе индекс 1 и удалим ее из X уже не условно. Повторим предыдущую процедуру. Получим альтернативу, которой припишем индекс 2 и т.д. Будем повторять вычеркивание до тех пор, пока не обратится в нуль коэффициент вариантности на X_n , где X_n — состав множества, оставшегося от X после n -го вычеркивания. Составим таблицу:

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	...	a_n
X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	...	X_n
V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	...	V_n

Здесь a_i — вычеркиваемые альтернативы; X_i — остаток после вычеркивания; V_i — текущее значение коэффициента вариантности.

Припишем теперь всем альтернативам, принадлежащим X_n , нулевую стоимость, то есть «отправим их в задел». Далее, пошелонным расчетом отыщем минимальный по стоимости курс действия — K_{min} . Выделим в K_{min} те альтернативы, которые не принадлежат K_{min} . Подсчитаем суммарную стоимость этих альтернатив, обозначим ее ΔP . Эта величина характеризует «тяжесть» условно созданной нами ситуации срыва, то есть указывает, сколько ресурса потребуется дополнительно,

чтобы устранить эту возможную ситуацию срыва, если она случится, и **выйти хотя бы в жесткую ситуацию.**

Вышеприведенная таблица дает ранжированную последовательность отказов, снижающих вариантность плана X вплоть до нуля. При этом значение ΔP оценивает тяжесть возможной проблемной ситуации срыва.

В каждом такте диалога по совместному построению плана X руководителям и ЭВМ можно предъявлять таблицу, подобную вышеприведенной, и суммарную стоимость альтернатив ΔP , и тем самым сообщать руководителю «прочность» принимаемых им решений. С интуитивной точки зрения решение тем прочнее, чем длиннее последовательность $\{a_k\}$, и чем меньше ΔP , тем прочнее кажется решение. При этом левые члены последовательности $\{a_k\}$ во время реализации плана должны будут привлекать более пристальное внимание руководителя, чтобы избежать по ним отрицательных исходов. Это аналогично критическому пути в сетевом планировании, что было отмечено выше. Таким образом, этот простой алгоритм зондирования решений, будучи во многом эвристичным, дает некоторое средство для предвидения ситуаций срыва. **Это особенно важно в силу того, что в последнее время все чаще высказывают мнение о важности «дальней локации» возможных срывов, а не обнаружения их, когда они вот-вот произойдут или уже произошли.**

От деловых игр к управляемому эксперименту в планировании

В данном обзоре основное внимание было направлено на рассмотрение планирования как творчества, на работу с альтернативами при планировании и на то, что можно суммарно обозначить как **предмет профессиональной уверенности и компетенции** руководителя планирования.

На наш взгляд, планирование как область принятия решений содержательно богаче любой другой области деятельности. Эта деятельность может включать в себя как частный случай:

- инженерное планирование-конструирование;
- ответственное хозяйственное конструирование-планирование;
- инструментальное владение и оперативное использование экономических и политэкономических категорий;
- знание и учет законов, которым подчинено развитие социалистических производственных отношений и производительных сил;

- сознательное применение таких проблемно-ориентированных методов как «системный анализ» и морфологический анализ;
- овладение методами управляемого эксперимента и форсированного изучения возможностей и альтернатив в принципиально открытых системах, в которых невозможно создать экспериментальных ситуаций, хотя бы отдаленно напоминающих стендовые и макетные испытания и исследования в физике и технике;
- осознание и обостренное понимание социальных потребностей и путей развития производственных систем, что включает в себя создание профессиональной «картины мира» и понимание собственной гражданской и партийной позиции и деятельности в рамках этой картины мира.

Короче говоря, планирование как профессия есть сплав ремесла, искусства, науки, политики и, в то же время, — это «образ жизни». Впрочем, этого следовало ожидать от данного вида профессиональной деятельности, поскольку качество планирования наполовину определяет развитие любой хозяйственной единицы, начиная от самых мелких и кончая экономикой в целом.

Обзор показывает, что эта специфика планирования пока не находит должного отражения в тех формализмах и расчетных методиках, которые создают, для того чтобы сделать работу по планированию более эффективной и качественной.

Модели исследования операций и теории игр, сетевые модели, являясь достаточно мощными и богатыми, тем не менее, не являются **естественно близкими** к структуре реально протекающего процесса планирования, не отражают его **эмпирической** стороны. На наш взгляд, это происходит потому, что **теории и модели планирования** недостаточно подкреплены экспериментальными правильно обработанными материалами. Отсутствует инструментарий для апостериорного детального анализа и препарирования ранее принятых решений и реализованных планов (за исключением военного планирования, где применяют метод разбора прошлых примеров и метод «штабных игр» и учений).

Было бы полезно, если бы специалисты по планированию получили возможность многократно ошибаться и извлекать уроки из этих ошибок, не нанося ущерб хозяйственной системе. Это можно сделать, только создав «тренажеры по планированию», максимально приближенные к реальной практике. Но чтобы создавать такие тренажеры, специалисты по

человеко-машинным системам должны накопить достаточный экспериментальный материал и, конечно, в первую очередь разобраться, **в чем состоит работа с альтернативами при планировании** в большинстве отраслей хозяйства. **Должна появиться систематика планирования.** Тот факт, что любая научно-практическая дисциплина в свое время начиналась с систематики, говорит сам за себя.

Далее, продолжая аналогии, отметим следующее. В такой, например, науке как физика хорошо представлены «обе половины»: и теория, и эксперимент. В настоящее время в физическом эксперименте во всем мире сформулированы и проводятся различные научно-исследовательские работы. Спектр стоимости этих НИР чрезвычайно широк: от нескольких тысяч рублей до нескольких миллионов рублей.

В практике автоматизации уже достаточно давно учреждены и финансируются разработки различных АСУ, АСУП, АСУТП и т.п. Однако экспериментальных, поисковых (рискованных?) исследований в пользу разработки той или иной АСУ — нет. НИР в физике может продлиться всего три месяца и дать значительные результаты. Она может стоить дорого, а может стоить дешево. В пользу планирования вряд ли удастся найти хотя бы одну краткосрочную и недорогую НИР с четко фиксированными результатами и рекомендациями, полученными в результате грамотной обработки экспериментальных измерений. Может быть, стоило бы провести в централизованном порядке не слишком дорогую комплексную «мини-программу» НИР? В теории планирования доминирует нормативная компонента и почти отсутствует исследовательская, эмпирическая компонента.

Послесловие

В течение, по крайней мере, десяти лет ведутся работы по анализу творческих процессов планирования. Известен ряд журнальных публикаций и фундаментальных исследований, посвященных разработке и эксплуатации систем планирования и управления, основанных на представлении процесса разработки плана как процесса творческого конструирования.

К цитированным в данном обзоре работам следует добавить статью¹³ В.Г. Афанасьева, П.Г. Кузнецова, опубликованную в сборнике «Научное управление обществом» [39].

¹³ См. эту статью в третьем томе «Науки развития Жизни», с. 309-326. — *прим. сост. Е.Б. Попова.*

Настоящий обзор может рассматриваться как дальнейшее развитие этого научного направления.

Как и в указанных работах, в этом обзоре предпринимается попытка выделения таких элементов процесса **планирования** и таких элементов процесса **принятия решения**, которые могут быть наблюдаемы в каждой организации, где имеют место указанные процессы.

Речь идет о создании своеобразной «**технологии**» «изготовления **плана**» и «разработки **решений**». Хотя этот обзор является только шагом в нужном направлении, совершенно ясна необходимость разработки идеальной конструкции, которая изготавливает **планы** и принимает **решения**.

Такую «идеальную конструкцию» авторы в одной из совместных бесед предложили называть СПИНОР — «Система планирования и нормалей организационных решений». Базой этой конструкции является система «СКАЛАР-2» [39], которая создавалась **как минимальная система управления**, т.е. такая система, из состава которой исключалось все, что относится к «специфике» той или иной системы управления, но которая содержит **тот минимум элементов**, без которого мы не можем иметь **системы управления**.

В настоящее время начинает развиваться так называемая «тензорная методология» в решении проблем систем управления [40-42]. Разработка этой методологии потребует еще несколько лет, хотя и ведется довольно интенсивно с участием многих известных специалистов в области системного анализа.

В цитированной ранее работе [39] введен универсальный аппарат категориальных элементов системы управления. Основной замысел системы «СКАЛАР-2» весьма прост. Какова бы ни была система управления — она всегда характеризуется списком лиц, которые в данной системе **имеют право принимать решения**.

Другой вопрос — много или мало таких лиц в той или иной конкретной системе управления, но такой **список лиц существует** в любой системе управления. Этот список порождает круг проблем, как в процессе планирования, так и в процессах принятия решений, связанных с тем, **кто принимает и почему именно он** принимает решения.

В любой системе управления имеется закрепленная за каждым руководителем область деятельности, которая характеризует, что поручено данному лицу, или за что он несет персональную ответственность. Этот вопрос также порождает свои проблемы, которые нуждаются в рассмотрении. В любой системе управления фиксируют

сроки выполнения тех или иных работ, что фиксируется за вопросом, когда должно быть выполнено то или иное задание.

Необходимость учитывать место действия требует в системах управления конкретизации, где делается или выполняется то или иное действие. Обеспеченность того или иного действия соответствующими ресурсами порождает вопрос «Сколько?». Наконец, но не в последнюю очередь, в любой системе управления нужна уверенность, что все исполнители знают, как именно будет получен каждый требуемый результат.

В обзоре встречается вопрос, **кому** направляется данный результат, и выясняется, доволен ли потребитель выдаваемым результатом. Это расширение категориального «вопросника» системы «СКАЛАР-2» вызвано тем, что в рамках ранее описанных систем управления считалось тривиальной истиной определять понятие **план** как наличие **потребителя** на результат каждой работы.

Знакомство с многими работами по «планированию» показывает, например, что работа по математическим методам часто начинается с **допущения**: «Допустим, что поставщики и потребители известны». Но весь вопрос как раз и состоит в том, **что они неизвестны, а должны быть установлены**. Таким образом, именно то, что мы считали **предметом планирования**, обычно не рассматривается.

Все перечисленные выше вопросы:

1. **Кто** отвечает за получение результата?
2. **Что** должно содержаться в результате (согласованное с тем, кому этот результат предназначен)?
3. **Когда** должен быть получен тот или иной результат?
4. **Где** будет получен или использован результат?
5. **Сколько** и **каких именно** ресурсов необходимо на получение данного результата?
6. **Как именно** будет получен указанный результат, который образует **минимальную строку плана?**

Формирование таких «простых строк» по иерархии руководителей по крупным научно-техническим программам, по нашему мнению, и составляет предмет **планирования**, а при **реализации** такого плана требует **решений**, каждое из которых изменяет запись в той или иной строке. Составляют **шесть** взаимосвязанных структур, что принято называть **целевой структурой плана**.

При наличии в плане тысяч и десятков тысяч таких «простых строк» их представление на бумаге оказывается необозримым, и они

представляются своими символическими «заместителями» на «карте хода разработки», предлагаемой в данном обзоре.

При формировании плана, состоящего из таких строк, возникает «волновой процесс» от центра карты хода разработки и периферии и от периферии к центру карты хода разработки (отраженная волна реакции исполнителей на задание). При восьми-десяти уровнях карты хода разработки эти волны и образуют предмет **творческого процесса планирования**. Как «прямая», так и «отраженная волна» содержат в своем существе именно те противоречия между **желанием и возможностью** удовлетворить этому желанию, которые выражают **люди**, участвующие в этом процессе.

Однако все описанное только «видимая рябь», которая доступна наблюдению в каждом процессе формирования и реализации плана.

В глубине этого явления лежат творческие процессы, которые и принимают вид перечисленных нормалей плана как взаимосвязанной структуры ответов на перечисленные вопросы. Под ответом на каждый вопрос на каждом уровне формирования плана и лежит тот творческий процесс планирования, который обсуждался в данном обзоре.

Принимая во внимание, что каждая **нормаль** соответствует категориальному признаку (субъект, осуществляющий действие, — **кто**, объект изготовления — **что**, и т.д.), в творческом процессе планирования сочетается высокий уровень абстракции, который тесно взаимосвязан с конкретным. Наибольшую трудность вызывает видеть в конструируемых **объектах** не только **предмет** или **вещь**, а **процесс**, который будет реализован конструируемым объектом. Этот переход к процессуальному описанию иногда называется описанием в терминах выполняемых **функций** (функциональное описание). Конкретизация достигается введением измеряемых величин, которые измеряют качество выполнения функции. Изучение этого способа измерения **качества** выполняемой функции и привело разработчиков указанных выше систем к методологии **тензорного анализа сетей**, которая фиксирует в качестве **инвариантной величины** — численное значение функции, а переход от одной структуры плана или организации к другой — рассматривает как преобразование координат [14].

Все конструируемые системы могут рассматриваться как обобщенные каналы, характеризующиеся величиной входной мощности, а их эффективность дается величиной полезной мощности на выходе системы. Объектом транспортировки через обобщенный канал может быть любая физическая величина, но для первого знакомства с

обобщенной транспортной системой удобно использовать их членение на три типа (во времени и пространстве):

1. системы транспорта **энергии**;
2. системы транспорта **материалов**;
3. системы транспорта **информации**.

Подобно тому как в известной работе А.А. Харкевича «Очерки общей теории связи» [43] вводится понятие «объем сигнала» и соответствующее понятие «объема канала» (измеряющее пропускную способность системы связи) — во всех перечисленных системах вводятся подобные величины.

Некоторые замечания о переходе к «волновому описанию» могут быть полезны. Мы не хотели бы вдаваться в дискуссию о связи «точечного» и «волнового» описания в квантовой механике, но хотели отметить значение этих **двух форм** математического описания для одной и той же динамической системы. В первом описании («точечном») динамическая система представляется «точкой» в абстрактном пространстве M -измерений. Во втором описании **та же самая** динамическая система представляется совокупностью M -«волн». Поскольку это — два описания одной и той же динамической системы, то они **эквивалентны**. Наличие в «сознании исследователя» этих **двух описаний** является внутренним эталоном «понимания». Умение сформировать такие **две точки зрения** на одну и ту же систему и образует, по нашему мнению, **сущность** процесса познания, когда познанный объект получает физико-математическое описание.

Первое или «точечное» представление системы мы называем «пространственным» представлением динамической системы, а второе или «волновое» — мы называем «временным» представлением **той же самой** динамической системы. Можно заметить, что такое «двойственное» описание предполагает наличие в «сознании исследователя» некоторой **инвариантной физической величины**, которая и служит признаком использования «тензорной методологии» [40-42].

Предлагаемый обзор, по нашему мнению, должен стимулировать развитие экспериментальных основ теории **планирования**.

В. Беляков-Бодин

Литература

1. Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. М., «Прогресс», 1970.
2. Эйрес Р. Научно-техническое прогнозирование и долгосрочное планирование. М., «Мир», 1971.

3. Добров Г.М. Прогнозирование науки и техники. М., «Наука», 1969.
4. Zwicky F. Entdecken, Erfinden, Forschen im morphologischen Weltbild. Munich-Zurich, 1966.
5. Zwicky F. Morphology of Propulsive Power. Soc. of Morphological Research. Pasadena, Calif., 1962.
6. Одрин В.М., Картавов С.С. Некоторые итоги и перспективы развития морфологического анализа систем. Институт кибернетики АН УССР, препринт №73-62, Киев, 1973.
7. Чистяков В.М. Информационный анализ. В сб. — «Информатика и ее проблемы», выпуск №8, Новосибирск, «Наука», 1974.
8. Капустян В.М., Махотенко Ю.А., Шеверов В.Г. Комбинаторный метод прогнозирования и анализа систем — КОМПАС. «Электронная техника», серия «Автоматизированные системы управления», вып.1(1), М., 1971.
9. Капустян В.М., Махотенко Ю.А. Системно-морфологический анализ стадии замысла новых технических систем. В сб. «Опыт и проблемы управления наукой». Тезисы докладов VI-го Киевского симпозиума по науковедению и научно-техническому прогнозированию. Часть III. Киев, 1976.
10. Капустян В.М., Махотенко Ю.А. Принципы организации информации в автоматизированных фактографических системах для инженерного прогнозирования. — «Научно-техническая информация». Сер. 2, выпуск 8, 1976.
11. Капустян В.М., Махотенко Ю.А. Комбинаторные структуры данных для систем фактографического информирования. Обзоры по электронной технике, серия «Автоматизированные системы управления», выпуск 2(420). М., ЦНИИ «Электроника», 1976.
12. Капустян В.М., Махотенко Ю.А., Чердаков Ю.А. Морфологический анализ исполнительных функций систем управления. Обзоры по электронной технике, серия «Автоматизированные системы управления», выпуск 2(195), М., ЦНИИ «Электроника», 1974.
13. Капустян В.М., Махотенко Ю.А. Алгоритм перебора вариантов конструктивных решений. — «Электронная техника», серия «Технология, организация производства и оборудование», выпуск 6(70), М., 1975.
14. Капустян В.М., Махотенко Ю.А. Процессное описание научно-производственной деятельности организации. «Науковедение и информатика» (в печати).

15. Капустян В.М., Махотенко Ю.А. О роли целостного объекта в науковедческом анализе развития техники. «Науковедение и информатика» (в печати).
16. Беляев И.П., Капустян В.М., Махотенко Ю.А. Итеративная диалоговая процедура распределения ресурсов. «Управляющие системы и машины», выпуск 12, Киев, 1977.
17. Капустян В.М., Махотенко Ю.А. «Белые пятна» приборостроения. «Приборы и системы управления», выпуск 6, М., 1977.
18. Капустян В.М., Махотенко Ю.А. Пояса альтернатив как иерархические уровни выбора в задачах конструирования. — «Кибернетика», Киев, 1977, №4.
19. Волков О.И. Плановое управление научно-техническим прогрессом. М., «Наука», 1975.
20. Майминас Е.З. Процессы планирования в экономике. Информационный аспект. М., «Экономика», 1971. Изд. 2-е, переработанное и дополненное.
21. Кравченко Т.К. Процесс принятия плановых решений (информационные модели). М., «Экономика», 1974.
22. Фишер Ф.П., Суиндл Д.Ф. Системы программирования. М., «Статистика», 1971.
23. Богданов В.В., Ермаков Е.А., Маклаков А.В. Программирование на языке АЛМО. М., «Статистика», 1976.
24. Энгельс Ф. История винтовки. К. Маркс, Ф. Энгельс. Сочинения. Изд. 2-е, т. 15, с. 201-234.
25. Kron G. Tensor Analysis of Networks. Wiley and Sons. N.Y., 1939.
26. Трапезников В.А. Вопросы управления экономическими системами. «Автоматика и телемеханика», выпуск 1, 1969.
27. «Electronics», 1975, v. 5, N. 21; 1975, N. 15.
28. Поспелов Г.С., Ириков В.А. Программно-целевое планирование и управление. М., «Сов. радио», 1976.
29. Стуколов П.М. Перспективное планирование развития отраслей приборостроения. М., «Сов. радио», 1976.
30. Оптнер Л.С. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. М., «Сов. радио», 1971.
31. Янг С. Системное управление организацией. М., «Сов. радио», 1972.
32. Никаноров С.П. Предисловие к книге Л.С. Оптнера «Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем». М., «Сов. радио», 1971.

33. Kusnetzow P. Sputnik und Skalar — Maschinelle Planung und Leitungssystemen für Komplexen Forschungsprogrammen. «Technische Gemeinschaft», 1970, N. 3.
34. Капустян В.М., Беляев И.П. ГФАП, гос. регистр. №1001506. «Реализация эвристического алгоритма поиска решений в задачах эскизного проектирования». Алгоритмы и программы. №1. М., 1976.
35. Первин Ю.А., Португал В.М., Семенов А.И. Планирование мелкосерийного производства в АСУП. М., «Наука», 1973.
36. Титчмарш Е. Теория меры. М., Издательство иностранной литературы, 1948.
37. Заде Л., Беллман Р. Принятие решений в расплывчатых условиях. — В сб. «Вопросы анализа и процедуры принятия решений», М., «Мир», 1976.
38. Хомский Н. Аспекты теории синтаксиса. М., 1972, вып. 1, 2.
39. Афанасьев В.Г., Кузнецов П.Г. Некоторые вопросы управления научно-техническим прогрессом. В сб. «Научное управление обществом». М., «Мысль», 1970, вып. 4.
40. Кузнецов П.Г. Искусственный интеллект и разум человеческой популяции. Приложение к книге Е.А. Александрова «Основы теории эвристических решений». М., «Сов. радио», 1975.
41. Зайцев Г.А. Алгебраические проблемы математической и теоретической физики. М., «Наука», 1974.
42. Брусиловский Б.Я. Теория систем и системы теорий. Киев, «Вища школа», 1977.
43. Харкевич А.Л. Очерки общей теории связи. М., «Гостехиздат», 1955.

Образцова Р.И., Кузнецов П.Г., Пшеничников С.Б. Система СПУТНИК¹⁴

При разработке системы СПУТНИК предполагалась возможность принадлежности исполнителей общей программы работ к различным министерствам и ведомствам, т.е. возможность подчинения исполнителей работ как целевым руководителям, ответственным за достижение отдельных подцелей общей программы работ, так и руководителям подразделений в соответствующих ведомствах, через которые идет финансирование тех или иных элементов работы.

Создание общей программы работ, исполнители которых имеют различную ведомственную подчиненность, предполагало «проращивание» целевой структуры программы через подразделения различных ведомств. Организационная структура целевой программы порождается системой целей (или подцелей), где за достижение каждой цели отвечает целевой руководитель. На нижнем уровне управления находится целевой руководитель нижнего уровня, называемый ответственным исполнителем работ. Только ответственные исполнители работ представляют в службу сетевого планирования и управления списки работ и их изображение в виде сетевых моделей.

Сетевые модели очень больших планов, имеющие в своем составе сотни и тысячи работ, громоздки и не дают ясного представления о положении дела в разработке. Система СКАЛАР была получена из системы СПУТНИК как укрупненное изображение плана работ по программе. Более того, переход от системы СКАЛАР к системе СПУТНИК осуществляется легче, чем освоение сразу такой сложной системы как СПУТНИК.

Тем не менее, только в рамках сетевых моделей планов достигается ясное понимание такого элемента плана как «критический путь» — самая длинная последовательность работ, определяющая минимальное время достижения цели всей программы. Критический путь в символическом изображении плана работ в виде сетевой модели является аналогом основного звена, ухватившись за которое, и удастся держать в руках всю цепь событий, т.е. осуществлять квалифицированное управление программой. Подобно тому, как нахождение основного звена цепи

¹⁴ Текст публикуется согласно изданию: Образцова Р.И., Кузнецов П.Г., Пшеничников С.Б. Инженерно-экономический анализ транспортных систем: методология проектирования автоматизированной системы управления. — М.: Радио и связь, 1996. — С. 173-187.

событий требует полноты анализа обстановки, так и для нахождения критического пути предъявляется требование полноты плана.

Вопрос о критическом пути является вопросом о полноте плана. План называется полным, когда в нем перечислены все работы, которые необходимы для достижения конечной цели программы. Пока планы работ содержат десятки и несколько сотен работ, возможна эмпирическая проверка полноты плана. Положение меняется, когда в плане содержатся тысячи и десятки тысяч работ. Для таких планов не существует другого способа для нахождения критического пути как сетевое представление плана.

Система СПУТНИК представляет собой последовательность процедур — четких предписаний тех шагов, которые необходимы для получения плана, обеспечивающих полноту плана и возможность вычисления критического пути, т.е. управляет составлением плана работ для крупных целевых программ. Действительно, если крупная целевая программа включает в себя сотни тысяч работ, то сам процесс формирования такой программы требует наличия соответствующей системы управления.

Каждый документ, который имеет в заголовке слово «программа», должен содержать ответы на следующие два вопроса: является ли данный документ полным списком всех работ, необходимых для достижения конечной цели программы; известна ли последовательность работ, от которой зависит минимальное время на выполнение всей программы?

Таким образом, для формирования целевых программ необходима система управления, которая обеспечивает получение полного плана работ. Роль такой системы управления и играет система СПУТНИК. Трудность ее освоения становится меньше, если мы не забываем о необходимости получения полного плана и нахождения критического пути в полном плане работ по программе. При ознакомлении с процедурами системы СПУТНИК обратим внимание не только на положительную сторону каждой процедуры и каждого элемента процедуры, но и на отрицательную сторону — укажем те «организационные сбои», которые будут наблюдаться при исключении или неправильном выполнении каждой процедуры.

Процедуры в системе СПУТНИК

На рис. П.1 приведена блок-схема системы СПУТНИК. Все процедуры этой системы разбиты на две группы: процедуры, используемые на стадии планирования, и процедуры, используемые на стадии управления программой.

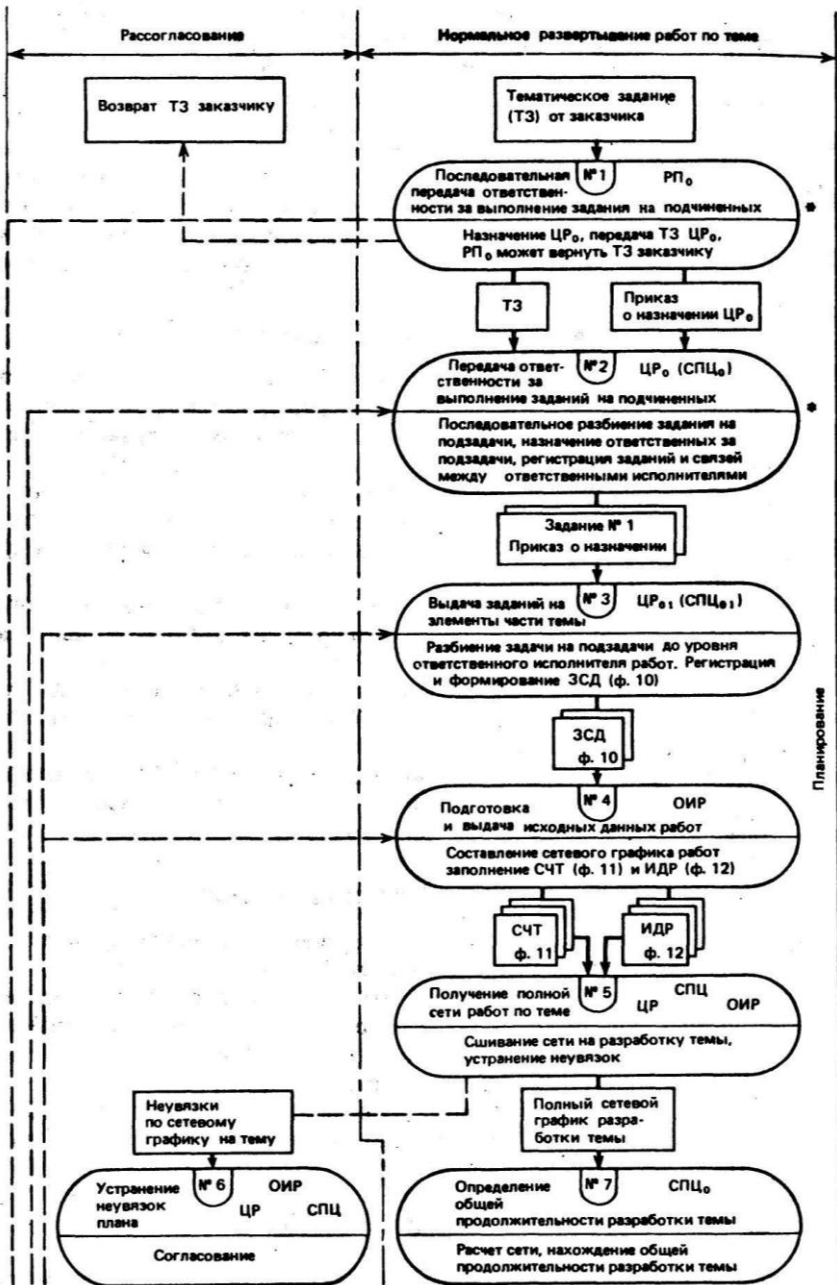


Рис. П.1. Блок-схема развертывания работ по новой теме с использованием системы СПУТНИК-1

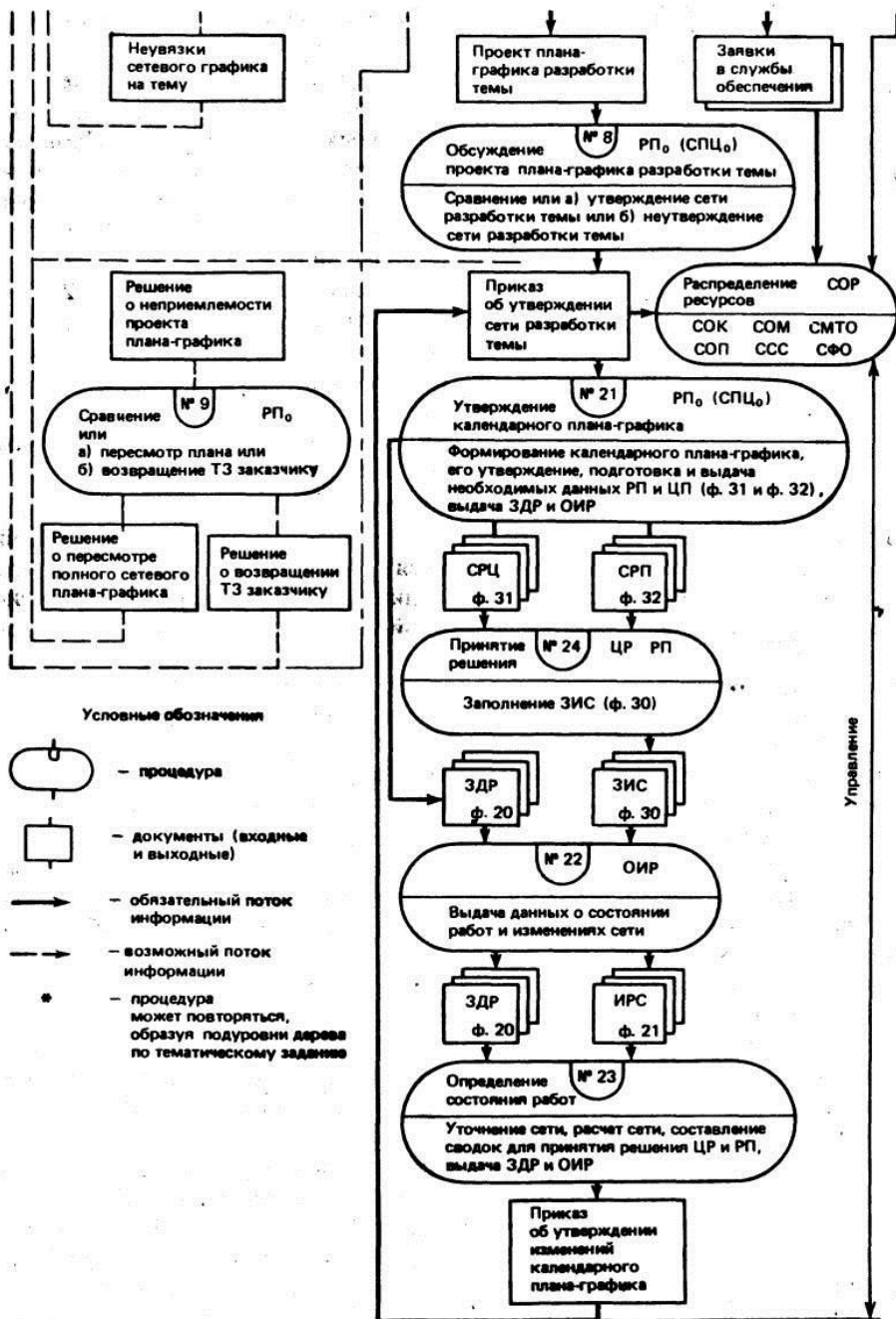


Рис. П.1 (окончание)

Процедуры устроены по единой типовой схеме (рис. П.2). Элементами процедуры являются: цель процедуры; ответственный исполнитель; документы на входе процедуры; состав процедуры, порядок выполнения процедуры; документы на выходе процедуры.



Рис. П.2. Форма представления процедуры

В рамках системы СПУТНИК принято 13 организационных процедур, из которых 9 выполняются на стадии планирования, а 4 — на стадии управления реализацией программы.

На стадии планирования формируются целевая программа, определяющая, как предполагается достичь цель, и целевая структура управления реализацией этой программы.

В рамках организационного механизма системы СПУТНИК управление представляет собой многократно повторяющийся циклический процесс, направленный на поддержание целевой структуры.

Планирование в системе СПУТНИК

Процедура 1 связана с получением руководителем подразделения задания на разработку целевой комплексной программы.

Целью процедуры является назначение целевого руководителя высшего уровня. Если функцию целевого руководства программой не принимает руководитель подразделения высшего уровня, процедура повторяется на следующих уровнях руководства до тех пор, пока задание дойдет до руководителя такого уровня, который не передает все задание на нижестоящие уровни. Он и оказывается целевым руководителем высшего уровня (ЦР₀). Назначение ЦР₀ сопровождается созданием специальной службы — службы планирования на цель (СПЦ), руководитель которой является одновременно первым заместителем

целевого руководителя высшего уровня. Не исключен и другой исход процедуры: руководитель не считает возможным выполнить данное задание и возвращает его заказчику, указывая мотив отказа.

Целью **процедуры 2** является разбиение задания на подзадания и передача ответственности за их выполнение на подчиненных.

Первым процедуру 1 выполняет ЦР. В результате возникает следующий уровень целевых руководителей. Процедура повторяется на более низких уровнях столько раз, сколько необходимо до выдачи конкретных заданий ответственным исполнителям работ.

После выполнения процедуры 2 СПЦ получает следующие документы: дерево целей; дерево ответственных лиц; листы согласования по всем уровням разработки.

Разбиение задачи на части целевым руководителем любого уровня должно удовлетворять следующим требованиям: сумма составных частей задания после их выполнения должна образовать общее решение целевой задачи; количество частей, получившееся в результате одного членения, не должно превышать 3-5; при разбиении задачи за целевым руководителем лично не должно остаться ни одной части задания; поскольку разбиение задачи подобно разрезанию будущей системы на части, связи между которыми должны быть восстановлены при согласованиях, разрез должен пересекать минимум связей. Разорванные связи должны фиксироваться в листе согласования (ЛС; табл. П.1).

Таблица П.1. Лист согласования

Шифр организации

Шифр подразделения

Шифр ОИР

Тел.

РЕЗУЛЬТАТЫ					
№ п/п	принимаемые		№ п/п	выдаваемые	
	шифр поставщика	краткое описание		шифр получателя	краткое описание

В листе согласования указывается: результат работы, за которую несет ответственность данный целевой руководитель; кому выдается этот результат; какие исходные материалы необходимы для того, чтобы данная работа была начата; от кого необходимо получить эти исходные материалы. Формирование листов согласования идет методом последовательных приближений, начиная с целевого руководителя

высшего уровня и кончая целевым руководителем низшего уровня — ответственным исполнителем работ, при этом листы согласования каждого последующего уровня как бы детализируют листы согласования предыдущего уровня.

При проведении процедуры 2 до 80% разорванных связей могут быть зарегистрированы до низшего уровня. Листы согласования, заполняемые на разных уровнях дерева целевых руководителей, обеспечивают в дальнейшем естественное течение процедуры 3.

В **процедуре 3** имеются все компоненты процедуры 2, однако в ней формируется первый документ информационной системы СПУТНИК — запрос на сетевую документацию (ЗСД; табл. П.2). Для ЦР, участвующего в выполнении процедуры 3, ее содержание мало чем отличается от процедуры 2, разница лишь в том, что разбиение задачи на подзадачи происходит на последнем уровне дерева ответственных лиц. В результате выполнения этой процедуры появляются ответственные исполнители работ — целевые руководители нижнего уровня. Они не проводят дальнейшего членения задания, а составляют список работ. Ответственным исполнителям работ выдается задание в форме ЗСД (выдает документ СПЦ).

Качество выполнения процедуры 3 предопределяет действенность двух последующих процедур.

Таблица П.2. Запрос на сетевую документацию

Шифр организации
Шифр подразделения
Шифр ОИР
Тел.

РЕЗУЛЬТАТЫ					
№ п/п	принимаемые		№ п/п	выдаваемые	
	шифр поставщика	краткое описание		шифр получателя	краткое описание

Процедура 4 выполняется ответственным исполнителем работ. Цель процедуры — составление исходных планов работ на элементарные цели, т.е. частных сетей. Прежде всего, ответственный исполнитель работ оценивает, правильно ли сформулирована задача. Задача считается сформулированной правильно, если из названия темы вытекает список работ, необходимый для достижения конечного результата.

Начало работы ответственного исполнителя работ связано с заполнением СПЦ «Запроса на сетевую документацию», содержащего сведения о том, от кого и какие именно результаты должен получить данный ответственный исполнитель, кому и в каком виде ответственный исполнитель должен передать результаты своей работы. Получив этот документ, ответственный исполнитель работ должен отослать службе планов на цель два документа: сеть части темы (СЧТ); исходные данные по работам (ИДР; табл. П.3).

Таблица П.3. Исходные данные по работам

Шифр организации
Шифр подразделения
Шифр ОИР
Тел.

№ п/п	Шифр поставщика (получателя)	Код следования результата	Шифры событий		Краткое описание работы	Оценка длительности
			начало	конец		

Должна быть проделана следующая работа: написать полный список работ, необходимых для получения результатов, выдаваемых на сторону, написать список связей между работами; изобразить свой план в виде сети; оценить продолжительность всех работ; дать ходы всем событиям сети. Частная сеть ответственного исполнителя работ в отличие от полной сети может иметь несколько начальных и конечных событий.

На стадии составления частных сетей целесообразно провести предварительное согласование по всем граничным событиям частной сети, т.е. по получаемым поставкам и выдаваемым результатам (оценка длительности работ ответственным исполнителем уже к этому моменту проведена). Цель предварительного согласования — урегулировать все необходимые технические характеристики поставок и выдаваемых результатов непосредственно ответственными исполнителями, а также обсудить и установить сроки всех граничных событий. Проведя первичное согласование, ответственный исполнитель заполняет и отправляет в СПЦ частные сети и ИДР.

В результате выполнения процедуры 4 ответственный исполнитель может составить заявки в службы обеспечения, так как после построения сетевой модели плана он уже ориентируется в том, что ему нужно для выполнения работы и в каком количестве.

Процедура 5. Цель процедуры — «сшивание» частных сетей в полную сетевую модель разработки. Процедура 5 выполняется службой планирования на цель.

Когда СПЦ соберет частные сети и исходные данные по работам от всех ответственных исполнителей, ее сотрудники начинают объединять разорванные частные сети сначала во фрагменты, полученные целевыми руководителями одного уровня.

Если здесь не возникает никаких неувязок, то сеть укрупняется вплоть до получения полной сетевой модели разработки.

Если проведение процедуры 5 оказалось невозможным из-за неувязки некоторых элементарных сетей, возникает необходимость в процедуре 6.

Процедура 6 — это процедура согласования. Цель этой процедуры — устранить неувязки плана, возникающие при сшивании частных планов в полную сеть. Обычно согласование происходит между двумя ответственными исполнителями, но иногда оно выполняется на заседании группы анализа разработки или на заседании группы высшего руководства. Процедура согласования дает возможность разрешения конфликтных ситуаций на более низком уровне — уровне ответственных исполнителей. Каждый из ответственных исполнителей, участвующих в согласовании, должен иметь на руках два списка: список поставок, которые он должен передать другому ответственному исполнителю; список результатов, которые ответственный исполнитель хочет получить от другого исполнителя.

Ход процедуры можно разбить на два этапа: установление полного списка связей для согласования; согласование по отдельным позициям этого списка.

Согласование считается проведенным эффективно, если обе стороны договорились по всем позициям списка связей. При отсутствии согласования на уровне ответственных исполнителей оно может быть проведено на более высоком уровне целевого руководства.

Процедура 6 после успешного выполнения возвращает нас к процедуре 5, которая описана выше. Последовательное выполнение процедур 6 и 5 приводит к получению полного сетевого графика работ по цели, который не содержит забытых и лишних работ.

Процедура 7 осуществляется СПЦ и сводится к вычислению продолжительности всех путей полученной сети. По величине критического пути устанавливается ожидаемая продолжительность работ по цели. Устанавливается, от каких именно работ зависит общая

продолжительность работ. Устанавливается продолжительность работ по подкритическим путям (т.е. по путям, которые близки к продолжительности критического пути). Результатом выполнения процедуры 7 является получение проекта плана-графика работ, поступающего на вход процедуры 8.

Процедура 8 — это процедура рассмотрения руководителем подразделения представленного проекта плана-графика. Полученный план-график (проект) может удовлетворять требованиям заказчика, а может и не удовлетворять. В соответствии с этим возможны следующие исходы этой процедуры.

1. Руководитель подразделения РП₀ производит сравнение расчетной продолжительности работ с директивным сроком по данной теме. Если полученная продолжительность соответствует директивному сроку, руководитель издает приказ о начале работ, фиксируя дату начала. Фиксация даты начала дает возможность СПЦ сформировать из проекта плана-графика календарный план-график работ.

2. Расчетная продолжительность работ превышает директивные сроки. Приказ о начале работ не может быть подписан. В этом случае вступает в действие процедура 9.

Процедура 9 представляет собой еще одно решение руководителя подразделения высшего уровня. Здесь должна быть установлена либо необходимость повторения процедур планирования и составления графика с целью сократить продолжительность работ, либо невозможность реализации задания при заданных технических характеристиках. Иногда эту процедуру называют процедурой оптимизации проекта плана-графика. Выполнение этой процедуры осуществляется руководителем с использованием рекомендаций СПЦ. Результатом данной процедуры может явиться решение либо о перераспределении ресурсов, либо об изменении технического решения. В этом случае осуществляется возврат к процедуре 2 — пересмотр всего плана решения проблемы с соответствующими изменениями по всем частям темы или к процедуре 1, которая может завершиться назначением другого целевого руководителя высшего уровня по данному тематическому заданию. Результатом процедуры 9 может быть также решение о возвращении задания заказчику на предмет изменения технических характеристик.

Управление в системе СПУТНИК

Первый цикл управления запускается приказом о начале работ, фиксирующим дату начала разработки, что позволяет получить из сетевого графика календарный план-график.

Целью процедуры 21 (см. рис. П.1) является преобразование сетевого графика в календарный и доведение соответствующих его частей до исполнителей. Ответственность за выполнение этой процедуры несет служба планирования на цель.

Можно выделить два этапа при реализации процедуры. На первом этапе СПЦ готовит два документа: состояние работ по цели (табл. П.4) — для целевых руководителей и состояние работ по подразделению (табл. П.5) — для руководителей подразделений.

Таблица П.4. Состояние работ по цели (СРЦ)

Шифр организации
Шифр подразделения
Шифр ЦР
Тел.

№ п/п	Шифр поставщика (получателя)	Код следования или результата	Шифр событий		Краткое описание работ	Оценка длительности			Дата по графику	Резерв (полный) окончания работы	Примечание
			начало	конец							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Таблица П.5. Состояние работ по подразделению (СРЦ)

Шифр организации
Шифр подразделения
Шифр РП
Тел.

№ п/п	Шифр поставщика (получателя)	Код следования или результата	Шифр событий		Краткое описание работ	Оценка длительности			Дата по графику	Резерв (полный) окончания работы	Примечание
			начало	конец							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Содержание этих документов составляют списки работ с малым резервом времени, которые фиксируют внимание руководителей на возможных будущих затруднениях, что позволяет своевременно принимать решения. Правило отбора подкритических путей (путей с малым резервом времени) устанавливается решением руководителя разработки, а резерв времени колеблется от 5 до 13% от срока выполнения всего задания.

Отсутствие в документах, передаваемых руководителям службой планирования на цель, работ, которые лежат за пределами подкритической зоны, не означает, что они выпали из-под контроля системы СПУТНИК. Они регулярно контролируются, но в поле зрения руководителей попадают только тогда, когда по ним наметится существенное отставание, и они окажутся в подкритической зоне.

На втором этапе процедуры 21 формируется запрос данных о работах (ЗДР; табл. П.6). В этом документе, отправляемом ответственным исполнителем работ, содержится список работ, по которым они должны отчитаться.

Таблица П.6. Запрос данных о работах

Шифр организации

Шифр подразделения

Шифр ОИР

Тел.

Из ЗДР									Завершение работы (дата по графику)	Резерв (полный) окончания работы	Код изменений	Фактическая дата		Примечание
№ п/п	Шифр поставщика (получателя)	Код следования результата	Шифр событий		Краткое описание работ	Оценка длительности								
			начало	конец					начало	конец				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

ЗДР высылается через неделю после рассылки документов СРЦ и СРП, раз в две недели. Благодаря временному разрыву руководители смогут обсудить с ответственными исполнителями все изменения плана и выдать соответствующие его изменения через запрос на изменение сети (ЗИС; табл. П.7), формируемый в процедуре 24.

Таблица П.7. Запрос на изменение сети

Шифр организации
 Шифр подразделения
 Шифр ОИР
 Тел.

Что было в ЗДР											
№ п/п	Шифр поставщика (получателя)	Код следования результата	Шифр событий		Краткое описание работ	Оценка длительности			Дата по графику	Резерв (полный) окончания работы	Что желательно иметь
			начало	конец							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Процедура 21, запускающая процедуры 24 и 11, считается выполненной, если все участники разработки получили информацию о принятом календарном плане-графике.

Процедура 24 представляет собой согласованное решение целевых руководителей и руководителей подразделений, реализующее возможность сократить срок выполнения задания. Процедура может представлять собой решение группы анализа разработки того или иного уровня или согласованное решение руководителя подразделения с целевым руководителем. Содержанием процедуры является перераспределение ресурсов. Заканчивается она выдачей документа — запроса на изменение сети, который и является основанием для изменения рабочей сети (ИРС; табл. П.8).

Решения доводятся до соответствующих ответственных исполнителей работы, являются основанием для изменения общего плана-графика.

Процедура 22, преследующая цель отразить фактическое состояние работ по программе, реализуется ответственными исполнителями после получения ими двух документов: запроса данных о работах и запроса на

изменение сети. Цель процедуры — отразить реальное состояние разработки темы, т.е. соответствие хода разработки плану.

Таблица П.8. Изменение рабочей сети

Шифр организации

Шифр подразделения

Шифр ОИР

Тел.

Что было в ИДР				Код изменения	Что должно быть в ИДР								Согласовано	
Шифр поставщика (получателя)	Код следования результата	Шифр событий			Шифр поставщика (получателя)	Код следования результата	Шифр событий		Краткое описание работы	Оценка длительности			Шифр	Подпись
		начало	конец				начало	конец						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Процедура 22 — единственная контрольная операция, обеспечивающая наличие соответствия между календарным планом-графиком руководства и состоянием дел у всех ответственных исполнителей работ.

В запросе данных о работах ответственных исполнителей в графах, соответствующих датам начала и окончания работ, проставляют соответствующие даты. Если не происходит изменений плана, то отчетный документ, заполняемый раз в две недели, передается в СПЦ.

Если ответственный исполнитель получил запрос на изменение сети, или произошли изменения в его внутреннем плане, он в графе «ход изменения» запроса данных о работе делает одну из следующих отметок:

- 1 — работа отменена (не нужна);
- 2 — новая работа (ее нужно включить);
- 3 — изменилось содержание работы;
- 4 — изменилась длительность работы;

- 5 — изменилось начальное событие;
- 6 — изменилось конечное событие;
- 7 — принята поставка результата со стороны.

Эти семь кодовых обозначений описывают все возможные изменения плана-графика. Такие обозначения используются для заполнения другого документа, формируемого ответственным исполнителем, — изменение рабочей сети, где, кроме того, содержательно описываются изменения.

Представление ответственным исполнителем запроса данных о работах и изменения рабочей сети — фундамент всей системы управления. Система не может работать, если кто-то из ответственных исполнителей работ не выдал своевременно соответствующих отчетных документов.

Передача документов ЗДР и ИРС в службу планирования на цель делает возможным запуск следующей процедуры — процедуры 23.

Целью процедуры 23 является проверка полноты и допустимости произведенных изменений и подготовки полученной информации для расчета сети.

В результате выполнения этой технической процедуры службой планирования на цель на утверждение представляется новый календарный план-график, учитывающий изменения, которые произошли за истекшие две недели.

После процедуры 23 снова вводится в действие процедура 21, и цикл управления повторяется столько раз, сколько необходимо для завершения всех работ по теме.

Образцова Р.И., Кузнецов П.Г., Пшеничников С.Б.
Технические средства отображения информации
в системе СКАЛАР-2¹⁵

Средства отображения — это технические средства, предназначенные для представления информации.

Технические средства отображения информации включают в себя карту хода разработки и перфорированный щит.

Карта хода разработки представляет собой обозреваемую структуру из соподчиненных раскрашенных контрольных точек. На карте хода разработки совмещены шесть структур.

1. Распределение персональной ответственности за выполнение темы (кто) — красный сектор.
2. Конструктивная структура комплекса (что) — зеленый сектор.
3. Структура сроков выполнения темы (когда) — синий сектор.
4. Структура кооперации по выполнению темы (где) — коричневый сектор.
5. Структура сметы на выполнение темы (сколько) — желтый сектор.
6. Структура плана выполнения темы (как) — черный сектор.

Карта хода разработки по теме отображает состояние планирования и выполнения темы в целом. Дефекты плана изображаются на карте незакрашенными секторами соответствующих контрольных точек. Если все позиции всех контрольных точек в плане-таблице контрольных точек заполнены, а на карте хода разработки закрашены, то считается, что стадия планирования закончена. Полностью заполненная план-таблица контрольных точек представляет собой полный план на цель, т.е. полный план реализации темы. Пустые графы плана-таблицы контрольных точек свидетельствуют о наличии «дефектов» плана.

Сведения о выполненных заданиях и предложения об изменении плана содержатся в отчете о ходе работ (табл. П.9). Отчет о ходе работ представляет собой сводный документ, регламентирующий изменение отображения на карте хода разработки и в плане-таблице контрольных точек. Отчет о ходе работ содержит сведения о том, сколько и каких решений всех шести типов должно быть принято руководителем. Ход реализации отражается на карте хода разработки появлением

¹⁵ Текст публикуется согласно изданию: Образцова Р.И., Кузнецов П.Г., Пшеничников С.Б. Инженерно-экономический анализ транспортных систем: методология проектирования автоматизированной системы управления. — М.: Радио и связь, 1996. — С. 187-189.

контрольных точек, закрашенных черным цветом. Точки, требующие решения, отмечаются флажком, цвет которого указывает тип необходимого решения.

Таблица П.9. Отчет о ходе работ

По теме

Дата засечки

Шифр организации

Целевой руководитель

	Директивный	Ожидаемый
Срок окончания		
Объем финансирования		

		Должно быть	Фактически	Требует решений	
				сколько	№ контрольных карточек
1	Кто				
2	Что				
3	Когда				
4	Где				
5	Сколько				
6	Как				
РЕАЛИЗАЦИЯ					

Подпись

График представления данных руководству отображается на перфорированном щите, где каждой теме соответствует лента, которая пересекается белыми сигналами «дат засечки». Длина ленты соответствует директивной продолжительности темы.

Перфорированный щит позволяет обозревать одновременно до 30 тем и ориентирует на регулярность контроля. Перфорированный щит используется как настенный календарь и наглядно показывает: общее число контролируемых заданий и их кодовое название (по числу лент и

надписи слева); директивные сроки начала и окончания каждого задания (длиной ленты по календарю); сроки представления «отчета о ходе разработок» (белые сигналы «дат засечки») ответственного за данное задание (по цвету ленты).

Каждой ленте на перфорированном щите в службе планирования на цель соответствуют план-таблица контрольных точек и карта хода разработки.

Технические средства системы СКАЛАР-2 ориентированы на связь с электронно-вычислительной машиной посредством устройств ввода-вывода: с цветным экраном для представления четырех уровней карты хода разработки по кодовому номеру контрольной точки, проектируемой в центр экрана; с черно-белым экраном для представления строк план-таблицы контрольных точек по кодовым номерам контрольных точек (до 20 строк одновременно).

Исходная информация по любому заданию хранится в долговременной памяти ЭВМ в форме плана-таблицы контрольных точек и выдается по запросу на телевизионный экран.

Дополнительные иллюстрации¹⁶:

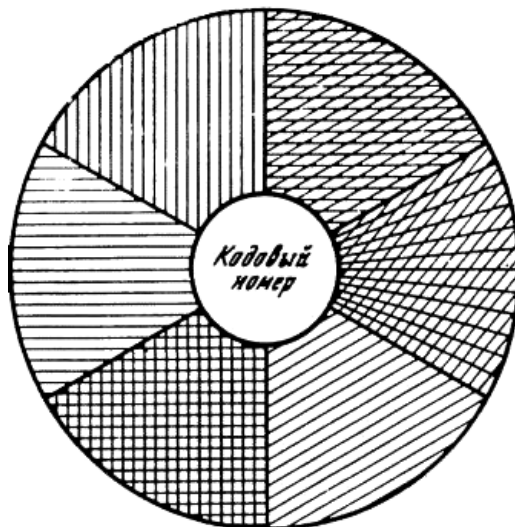


Рис. П.3. Изображение контрольной точки в системе СКАЛАР

¹⁶ Данные иллюстрации содержатся в книге «Инженерно-экономический анализ транспортных систем: методология проектирования автоматизированной системы управления» на с. 114 в качестве рис. 13 и 14 соответственно; составителями принято решение привести их в настоящем тексте для большей наглядности восприятия материала. — прим. сост. Е.Б. Попова.

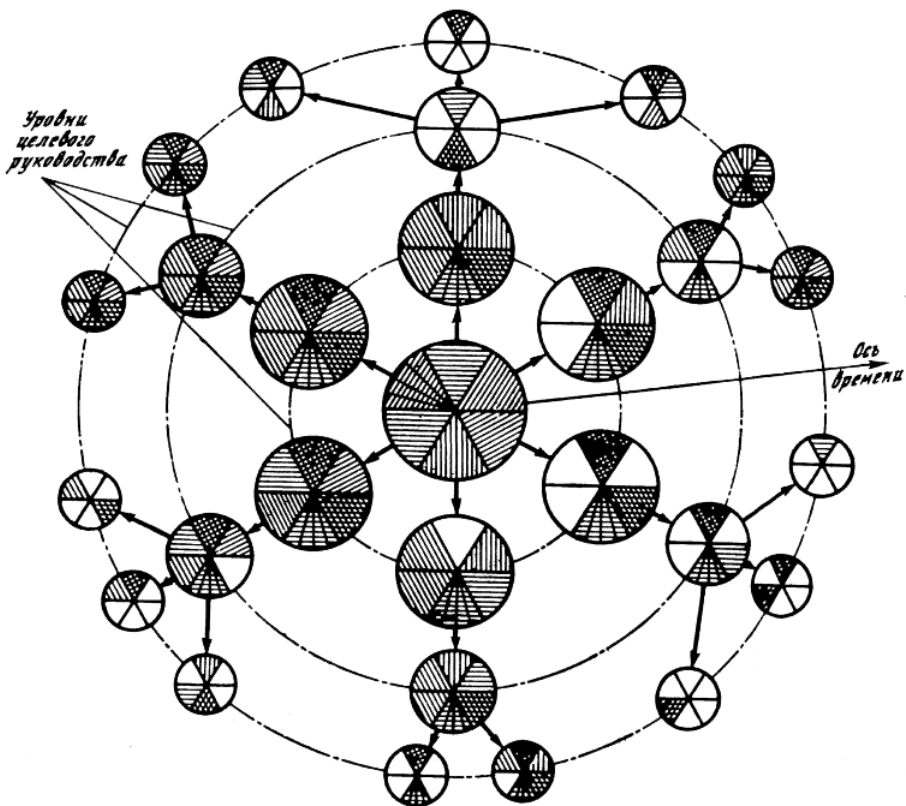


Рис. П.4. Представление карты хода разработки в системе SKALAR

РАБОТЫ РАЗНЫХ ЛЕТ

Кузнецов П.Г.

Проблема и метод (организация и управление комплексными научными программами)¹⁷

В настоящее время резко начала возрастать категория лиц, которых называют учеными. К этой категории можно относить людей по целому ряду признаков: по тому, что они работают в организации, называемой научно-исследовательский институт или институт Академии наук СССР; по тому, что они имеют ученую степень или звание; по тому, что они имеют печатные работы и т.д.

Философский экскурс в область «проблемы» и «метода» желательно снабдить каким-нибудь примером, на котором можно иллюстрировать понятие «проблемы» и понятие «метода». В качестве такого примера мы рассмотрим «проблему» отождествления некоторого лица с понятием «ученый», а средство, которым мы будем решать проблему, будем отождествлять с понятием «метод».

В настоящее время распространен метод исследования, основанный на понятии «черный ящик». «Черный ящик» есть то, что преобразует некоторый «вход» в некоторый «выход». Отождествим понятие «ученый» с понятием «черный ящик», т.е. будем рассматривать ученого как лицо, которое преобразует некоторый вход в некоторый выход. Теперь наша задача заключается в том, чтобы определить в терминах входа и выхода, что именно делает ученый. Этому преобразованию входа в выход мы будем ставить в соответствие понятия «процесс» или «метода».

Таким образом, блок-схема «ученого» имеет вид:

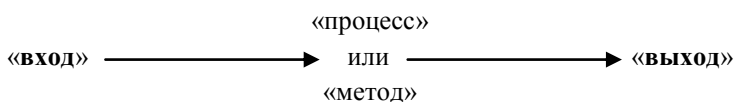


Рис. 1. Блок-схема «ученого» как черного ящика, который преобразует «вход» в «выход»

Исследование черных ящиков проводят так: на вход дают некоторый сигнал и наблюдают ответную реакцию на выходе. В качестве сигнала на вход нашего ящика мы будем давать «проблему». Что же можно ожидать на выходе?

¹⁷ Текст публикуется согласно машинописному документу 1967 г. Публикуется впервые.

Формальная логика утверждает, что на выходе может оказаться либо сама «проблема», либо ее отрицание. Однако мы чувствуем слабость введенного понятия «проблема», ибо может существовать проблема в двух состояниях:

- а) нерешенная проблема;
- б) решенная проблема.

Теперь мы можем уточнить соотношения входа и выхода черного ящика, рассмотрев четыре случая (см. таблицу №1).

Таблица №1

№№ случаев	В х о д	В ы х о д
1.	нерешенная проблема	решенная проблема
2.	нерешенная ———	нерешенная ———
3.	решенная ———	решенная ———
4.	——— ———	нерешенная ———

Рассматривая таблицу №1, мы должны определить, какие номера случаев принять за «определение ученого». Можно полагать, что в реальной жизни встречаются все четыре случая, и дело того или иного исследователя, как именно он определит это понятие «ученый». В математической логике рисуют «таблицы истинности» такого вида, где столбец ...¹⁸ выделяется символом «1» — истинное значение.

Мы предлагаем для наших четырех случаев таблицу №2, т.е. определяем понятие «ученый» как лицо, которое получает на вход «нерешенную проблему», а на выходе дает «решенную проблему». Это позволяет рассматривать ученого как оператор логического «отрицания».

Таблица №2

1	0	1	1
2	0	0	0
3	1	1	0
4	1	0	0

Подведем первые итоги:

1. Функция ученого есть логическая функция «отрицания» (случай №1).
2. Метод ученого есть метод, который преобразует «нерешенную проблему» в «решенную» (случай №1).

¹⁸ В документе имеется пробел в данном месте (автор предполагал вписать что-то от руки).
— прим. сост. Е.Б. Попова.

3. Логически допустимо существование лиц, которые **не решают проблем** (случай №2).
4. Логически допустимо существование лиц, которые **решенную проблему** предъявляют как **решение проблемы** (случай №3).
5. Логически допустимо существование лиц, которые **решенную проблему** предъявляют как **нерешенную** (случай №4).

1. Проблема

Всякая проблема (как нерешенная проблема) обнаруживается в ситуации, когда что-то **«нужно»**, но, к сожалению, **«невозможно»**. Решенная проблема обнаруживается в ситуации, когда то, что **«нужно»**, стало **«возможно»**. Следовательно, процесс или метод решения проблемы есть то, что обеспечивает превращение **«невозможного»** в **«возможное»**. Может ли это делаться в рамках **логической** теории, т.е. можно ли логически из **«невозможного»** выводить **«возможное»**, остается неясным. Мы полагаем, что **решение проблем** лежит за рамками логических теорий и составляет существо некоторого **алогического метода**. Не исключено, что **диалектический метод** имеет отношение к **решению проблем**.

Анализируя понятие «проблема» с точки зрения **метода**, мы обнаруживаем существование по крайней мере **двух** методов — логического и алогического (последний мы будем отождествлять с диалектическим). В силу названного обстоятельства могут существовать «ученые», владеющие и не владеющие **двумя** методами (см. таблицу №3).

Таблица №3

№№ случаев ученого Метод	Логический	Алогический (диалектический)
1.	владеет	владеет
2.	владеет	не владеет
3.	не владеет	владеет
4.	не владеет	не владеет

«Таблица истинности» ученого с точки зрения метода представлена в табл. №4, где столбец «...»¹⁹ выделяет[ся] символом «1», что можно назвать ученым.

Мы выделили две «таблицы истинности» — таблицу №4а и таблицу №4б.

¹⁹ См. предыдущую сноску.

Таблица №4а

№№ случаев			
1.	1	1	1
2.	1	0	1
3.	0	1	1
4.	0	0	0

Таблица №4б

№№ случаев			
1.	1	1	1
2.	1	0	0
3.	0	1	0
4.	0	0	0

В таблице №4а мы принимаем, что «ученые» могут владеть одним из двух методов или владеть сразу двумя. Допустимо в рамках логического метода не владеть диалектическим и, наоборот, в рамках диалектического метода не владеть логическим.

В таблице №4б «ученые» обязаны владеть сразу двумя методами.

Не исключено, что таблица №4б представляет собою результат эволюции научной квалификации, т.е. результат роста возможностей ученого в процессе творческой эволюции.

Существует еще одна альтернатива, которая нами не рассматривалась. Она связана с условием «**нужно**», которое в реальной ситуации может определяться в терминах «потребность», «интерес», «цель», «желание», «намерение» или «осознанная необходимость». Для любой проблемы можно высказать утверждение, что ее не «нужно» решать; что в ее решении нет «потребности»; что эта проблема не «интересна»; что ей заниматься не «целесообразно»; что нет «желания» ей заниматься, и, наконец, мы не «осознаем необходимость» решать данную проблему.

Такая альтернатива приводит к классификации проблем на:

1. действительные проблемы;
2. недействительные (ложные) проблемы.

Не исключено, что метод, который выделяет из обширного списка всех возможных проблем действительные проблемы, имеет отношение к таблице №4б.

Подведем некоторые итоги.

1. Анализ понятия «проблема» связан с категориями «необходимость ↔ возможность»
«действительность ↔ возможность»
2. Процесс или метод решения проблем связан с превращением «невозможного в возможное»,

если в этом имеется «необходимость». Проблема решена тогда и только тогда, когда найденная «**возможность**» превратилась в «**действительность**».

2. Метод

Мы имели таблицу №4, которая выделяет понятие «ученый» через метод. Естественен вопрос относительно «метода»: «Что из того, что «нужно», стало «**возможно**» в результате применения вашего научного метода?». Таким образом, сам метод как инструмент определяется через результат его применения. Деятельность ученого как «общего решателя проблем» естественно оценивать по числу решенных проблем. Однако такая оценка делается допустимой лишь при сравнении исходных «возможностей» — кому многое дано, с того много и спрашивается. По этой причине качество метода определяется как отношение между отпущенными ресурсами и полученными результатами.

(Текст обрывается)

Вильямс Н.Н., Кузнецов П.Г.

О многомерном способе введения исходных математических понятий²⁰

Стремление поставить математические науки на строгую логическую основу побудило исключить из арсенала математических доказательств и такие, которые опирались бы на так называемую математическую очевидность, и такие, в основе которых лежало перенесение свойств конечных или счетных множеств на любые бесконечные множества. Критика двух этих указанных методик исходила из принципиально различных позиций: если в первом случае дефекты доказательств возникали из-за невозможности интуитивно представить все возможные варианты геометрических конфигураций, то во втором случае «корень зла» лежал в недостаточном исследовании понятий, бывших основными для возможности проведения самого доказательства по схеме, предлагаемой методикой. И если желание получить не имеющие дефектов доказательства в первом случае привело к точным определениям понятий, возникающих из первоначальных интуитивных представлений как раз за счет точного очерчивания «очевидных свойств», то во втором случае последовательно проводимая ориентация на строгость доказательства дала, в итоге, построение теории доказательств, с аксиоматически вводимыми структурами математических объектов и максимально возможной формализацией рассуждений.

При переходе к новой технике доказательств неизбежно теряли наглядность и легкость понимания. Неизбежно потому, что именно наглядность угрожала строгости, и именно к наглядности запрещалось апеллировать. Но для понимания сути (или, как часто говорят, «идеи») доказательств очень часто в первую очередь важна наглядность. Приведем несколько примеров.

Самое свободное владение языком, традиционно принятым для изложения основных свойств функций, непрерывных на отрезке, вряд ли сможет конкурировать по доступности с иллюстрацией посредством чертежа хотя бы теоремы: «Функция, непрерывная на отрезке и принимающая на концах этого отрезка значения разных знаков, хотя бы в одной точке этого отрезка обращается в нуль». Даже вполне отчетливо представляя себе, что, изучая широко распространенное понятие графа, мы должны прежде всего отдать себе отчет в том, что мы имеем дело с

²⁰ Текст публикуется согласно машинописному документу 1967 г. Публикуется впервые.

«парой (S, Γ) , состоящей из некоторого множества S и некоторого отображения Γ множества S в себя», трудно отказать себе в удовольствии (кстати, вполне практическом) изобразить пару (S, Γ) в виде сети из вершин и стрелок. Теоремы двойственности де Моргана не только становятся, если можно так выразиться, «неизбежно усваиваемыми» после взгляда на диаграмму Эйлера-Венна; этот наглядный подход весьма способствует усвоению также и того, что иллюстрируемый факт вправе претендовать на его фиксацию в качестве одного из основных утверждений теории. Примеры такого рода можно продолжать очень долго.

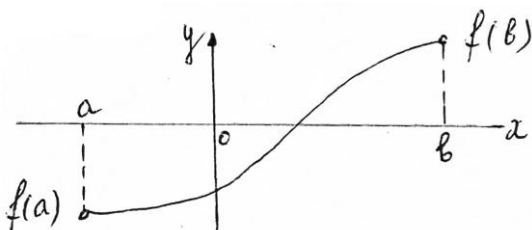


Рис. 1. Теорема «Функция, непрерывная на отрезке и принимающая на его концах значения разных знаков, хотя бы в одной точке отрезка обращается в нуль»; соединяя точки $f(a)$ и $f(b)$ сплошной линией, мы обязательно пересечем ось абсцисс

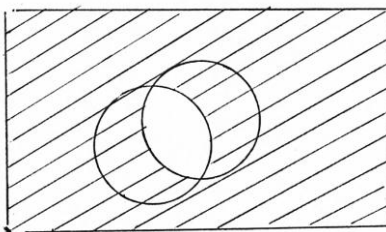


Рис. 2. Первая теорема де Моргана: дополнение к пересечению множеств A и B совпадает с объединением дополнений к самым множествам, изображенным диаграммой Эйлера-Венна; для того чтобы поверить в справедливость теоремы, достаточно изобразить оба множества, о которых говорится в ней

Мы можем так сформулировать мысль, подсказываемую этими примерами: при изучении какого-либо объекта первостепенную роль играет язык, который описывает этот объект. Далее, в наших примерах «хорошим» языком оказывается язык изобразительный. Постараемся понять, почему это так.

В математической логике [под] языком L теории T понимается некоторое множество символов, которые можно разбить на некоторые, требуемые задачами теории, подмножества, и объединять в формулы и теоремы теории по строго определенным (на метаязыке, то есть чаще всего на общепринятом математическом жаргоне) правилам. Так как вид этих символов не играет никакой роли — другими словами, так как символы должны только что-то, возможно, сами себя, обозначать, и быть отличимыми друг от друга, то, естественно, можно в качестве символов языка выбрать некоторые простейшие графы, рисунки, схемы и т.д., и пытаться найти на этом пути сочетание необходимой строгости и даваемой использованием рисунков наглядности. Мы постараемся показать, что даже при таком — наиболее примитивном — подходе к вопросу о модели использования рисунков для нужд математического языка уже на первых шагах анализа такой модели можно прийти к концепции, согласно которой именно наглядность окажется во главе угла и выступит в роли, где она будет определять направление исследований. Установив это, далее мы попытаемся убедить читателя в том, что обнаруженный факт может служить основанием для точки зрения, оказывающейся весьма плодотворной для задания и изучения структур, как сугубо математических, так и иных, могущих иметь самую разнообразную природу. При этом нас в первую очередь будет интересовать не безупречность логики построений, а их интуитивная убедительность, и, с другой стороны, подкрепление нашего убеждения, что эта точка зрения заслуживает всяческого внимания, первым итогом чего должно оказаться выполнение ее математического изложения.

Пусть, например, мы хотим помочь себе усвоить математическое понятие частичной упорядоченности, используя графы и схемы. Напомним, что множество A называется частично упорядоченным, если для некоторых элементов $a, b, \dots \in A$ определено отношение \leq , обладающее следующими свойствами:

РО 1. $a \leq a$ для любого $a \in A$.

РО 2. Из $a \leq b, b \leq c$ следует $a \leq c$.

РО 3. Из $a \leq b, b \leq a$ следует $a = b$.

Если мы условимся элементами множества A считать изображенные на бумаге или доске кружки малого радиуса, не имеющие общих точек и потому легко отличимые один от другого, а наличие между элементами отношения \leq изображать в виде стрелки, идущей от одного («предшествующего») кружка к другому («последующему»), то условия

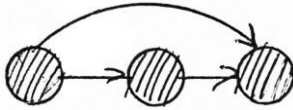
PO 1, PO 2, PO 3 тогда запишутся (точнее — зарисуются) следующим образом:

PO 1.



: каждый кружок снабжен двуострой стрелкой.

PO 2.



: существование стрелок, входящей и выходящей соответственно в один и тот же кружок, означает также, что существует стрелка, соединяющая предшествующий и последующий кружки так, что они остаются предшествующим и последующим.

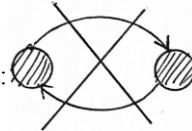
PO 3. Не существует кружков, соединенных двумя различно

направленными стрелками: конфигурация



не появится на нашей схеме.

Обсудим требование PO 3. Оно записано и не зарисовано, однако мы только сопровождаем рисунки пояснениями, а не считаем эти пояснения необходимыми для введения рисунка, или считаем их нужными только для того, чтобы ввести соответствующее понятие именно рисунком.



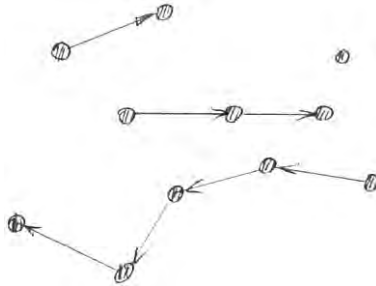
Разумеется, очень проста и понятна была бы и зарисовка:

Вышеприведенный пример вполне элементарен; для наших целей это является достоинством. Попробуем защитить теперь нашу точку зрения на полезность приведенного в примере перехода к графическому языку.

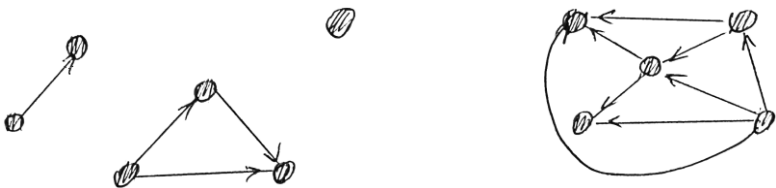
Развитие теории множеств с отношением частичной упорядоченности приводит к определениям и утверждениям, далеко не столь понятным, как само исходное определение частично упорядоченного множества. Например: вполне упорядоченное множество — это множество, во-первых, линейно упорядоченное, то есть такое, что между любыми его двумя элементами существует отношение \leq , и, во-

вторых, множество, удовлетворяющее условию минимальности: всякое непустое подмножество N частично упорядоченного множества M обладает хотя бы одним минимальным в N элементом a , то есть таким, что в N нет элемента x такого, что $x \leq a$ и $x \neq a$. Большинство людей, знакомясь с такого рода понятием, будет прибегать к такой приблизительно схеме: линейно упорядоченное множество — это такое частично упорядоченное множество, где между любыми двумя различными кружками имеются стрелки; условие минимальности означает, что для любого множества кружков существует хотя бы один такой, в который не входит ни одна стрелка, проведенная из другого кружка этого же множества. Пытаясь изобразить эти условия, мы довольно быстро приходим к графу, представляющему вполне упорядоченное множество, по таким, например, этапам (для простоты не рисуются двуострые стрелки из a в a):

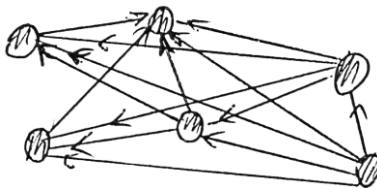
1. Отношение \leq между элементами множества:



2. Частично упорядоченное множество. Почти очевидно, что, стремясь превратить его во вполне упорядоченное, надо соединять все кружки стрелками, набор за набором:



3. Линейно упорядоченное множество с условием минимальности:



Изучая такого рода зарисовки, мы сразу обращаем внимание на то, что легко могло бы ускользнуть от нашего внимания, и формулируем эти догадки на обычном языке:

1) Если между элементами множества A введено некоторое отношение $<$, обладающее следующими свойствами:

– А 1. $a < a$ для всех $a \in A$;

– А 2. $a < b, b < a$ влечет за собой $a = b$,

то элементы множества можно разбить на (непересекающиеся) линейно упорядоченные подмножества (по этому отношению).

2) Частичная упорядоченность может быть продолжена до линейной упорядоченности (при более строго вводимом смысле слов «может быть продолжена» это утверждение известно как теорема Шпильрайна (Fund. Math., 16, (1930), 386-389) и является совсем не тривиальным).

3) Существуют множества частично, линейно, вполне упорядоченные (мы особо выделяем это заключение, так как в дальнейшем намерены его обобщить, сказав, что возможность задания структуры изобразительным языком является существенным свойством структур, представляющих первоочередной интерес) и т.д.

Легко, однако, представить себе следующую критику высказанного выше: потому и появилось понятие упорядоченности, которым можно пользоваться, что были строго определены свойства схем, подобных изображенным выше. Действительно, это так, но нельзя упускать из виду и то, что при этом отправным пунктом и стимулятором исследования оказались как раз «часто встречающиеся» и легко изобразимые наглядно системы, а сами основные свойства потому и есть основные, что они позволили сконструировать граф. Действительно, поставим такой вопрос: почему задание отношения \leq , а затем и разных типов множеств с этим отношением вообще имеет преимущество наглядности?

Прежде чем отвечать на это, отметим, что на протяжении всей статьи мы постоянно будем пользоваться образной речью. Поясним, отчего нам понадобилось специально оговорить это обстоятельство. В математике нельзя формулировать предложения без предварительного точного определения вводимого термина. Например, нельзя говорить просто о достаточно хороших свойствах — надо либо точно указать, какие заранее определенные свойства имеются в виду, либо, во вспомогательных частях текста, говорить о «достаточно хороших» свойствах, рассчитывая на достаточно высокую подготовку читателя (и на

спасительные «достаточно хорошие» свойства кавычек). Мы же постоянно будем употреблять слова в их обыденном смысле, считая, что уточнение терминологии — дело будущего. Мы считаем, что можно поступить так ввиду проблемного характера нашей работы. Рассматриваемая с этих позиций, наша статья более сходна с адвокатской речью, нежели с математической публикацией.

Итак, ответом на вопрос «Почему графическое изображение обладает преимуществом наглядности?», нам кажется, может служить фраза: понятие или теорема, заданные при помощи рисунка, воспринимаются нами по схеме параллельного ввода данных, примерно так же, как мы видим вообще окружающий нас мир. Эта естественность задания имеет примерно те же преимущества перед иными способами, какие отличают описание явлений на родном языке сравнительно с описанием тех же явлений на языке иностранном. Преимущество наглядности возникает потому, что мы сразу охватываем весьма многие стороны задаваемого понятия. Отсюда ясны причины возникновения термина «параллельность».

Конечной целью «последовательного» задания понятий, противопоставляемого здесь «параллельному», является именно создание ясной картины этого понятия, подобно тому, как на телевизионном экране пробегающая по строкам светящаяся точка представляет нам изображение сразу — за счет скорости своего движения по строкам и нашей способности некоторое время удерживать полученный световой сигнал в памяти.

При скрупулезном разборе происходящих при усваивании чертежа процессов, конечно, можно установить или выделить какие-то последовательности. То же имеет место для любого интегрального процесса усваивания. Дело, однако, не в том, что наше сознание адаптировано как раз к интегральной картине явления — оно охватывает явления и понятия и приходит к их пониманию только в том случае, когда осознаны связи между отдельными частями сложной конструкции. Поэтому мы и отстаиваем преимущества способов задания именно тех, при которых такая адаптированность может быть индуцирована.

Обращаясь к примерам, не ставшим еще объектами изучения «чистой математики», мы увидим, что обилие доводов в пользу нашей точки зрения становится огромным. Кроме того, эти доводы не просто убедительны — они убедительны, так сказать, на уровне аксиом. Представим себе военачальники без карты — без инструмента «параллельного ввода информации», сравним уровень наших знаний о

ландшафте или комнате после прочтения их подробного описания («последовательный ввод») и после хотя бы беглого обзора этого ландшафта или этой комнаты; поставим себя на место рабочего, вынужденного изготовить деталь без чертежа — и выводы, подтверждающие преимущества «параллельного ввода», более чем напрашиваются сами собой. Заметим еще, что в любом научном исследовании, при любом творческом акте первостепенную роль играет попытка «представить себе картину» изучаемого, вообразить мысленно интересующий нас объект — то есть задать себе этот объект при помощи механизма параллельного ввода. Нам кажется, что сказанным дается также положительный ответ на вопрос — существуют ли отличные от зрения механизмы параллельного ввода. Это весьма важный пункт, поскольку, желая приспособить к параллельному вводу данных ЭВМ, мы должны хотя бы примерно определить, каковы необходимые черты параллельности, о которой мы говорим.

Еще одно замечание: не лучше ли было вместо подбора большого числа примеров просто сказать, что лучше раз увидеть, чем сто раз услышать. Но нам важно подчеркнуть, что мы обсуждаем вопрос о преимуществах задания структур и объектов параллельным вводом, и указать, что эта параллельность, сама задаваемая только дескриптивно, является причиной возникновения этих преимуществ.

После упорного рекламирования нашей приверженности преимуществам параллельного ввода может показаться странным вопрос: а каковы преимущества ввода последовательного? Тем не менее, мы поставим такой вопрос, так как надеемся, отвечая на него, извлечь еще один довод в свою пользу. Для этого используем, снова сделав извиняющийся реверанс в сторону ревностных сторонников давать прежде всего точные определения, следующую терминологию: параллельный ввод сведений об объектах будем называть, надеясь, что возникающая аналогия достаточно ясна, многомерным заданием объекта; последовательный ввод, естественно связывающийся с направленной прямой, назовем одномерным заданием. В чем состоят тогда, спросим себя снова, преимущества одномерного задания? В том, что одномерное задание имеет более простую структуру и легче поддается изучению? Отнюдь: в том, что если нельзя по каким-то причинам получить многомерное задание, то можно получить хоть какое-то знание относительно объекта, изучая искаженную одномерную картину, сохраняющую, тем не менее, некоторые черты многомерной, которой эта одномерная «гомоморфна». Но если многомерное задание дано, то такого

рода преимущества, конечно, исчезают; а наша точка зрения состоит как раз в том, что необходимо стремиться к получению многомерного задания. Мы рискуем добавить: с нашей точки зрения, обычный разговорный язык является только одномерным комментарием к многомерному видению мира.

Еще одно соображение: говорят, что математика — это наука формул. С этим нельзя не согласиться; но с тем, что формулы делают математику трудной для понимания, согласиться невозможно. Как раз формулы, отражая факты, общие для объектов единой, в какой-то степени, природы, обеспечивают ввод такого факта в сознание сразу — параллельно. Вряд ли математика будет оспаривать, что формула расценивается как образ; что сложная последовательность определений, построений и еще различных математических тонкостей, приведшая к выражению $f(x) = 1/2\pi i \oint f(z) dz$ (формула Коши), как бы сосредоточена в этом выражении, и что информация, ею даваемая, воспринимается именно в виде формулы, не требуя припоминания всего пути, приведшего к ее созданию. Поэтому можно говорить, что математические формулы — это вид параллельного изобразительного языка.

Понятие параллельного ввода понятий поможет нам прийти еще к одному выводу, вскользь упомянутому при описании изучения частично упорядоченных множеств при помощи изобразительного языка. Подчеркнем, что, хотя вопрос, о котором сейчас пойдет речь, весьма естественен, ответ, получаемый на него, исходя из нашей точки зрения, может показаться неожиданным. Спросим себя: каковы те, математические или иные, структуры, которые можно задать при помощи механизма параллельного ввода? Ортодоксальное следование изложенной точке зрения приведет нас к парадоксальному, на первый взгляд, ответу: те, которые вообще стоит задавать. Действительно, «стоит» задавать структуры только с одной целью — изучить эти структуры. А это лучше всего можно сделать, если структура задается изобразительным языком — как мы уже указывали, что при этом имеется в виду не обязательно рисунок, а способ задания, при котором мы добиваемся «максимальной параллельности» ввода.

Однако расплывчатость выражения «структуры, которые стоит задавать» уже более того, что можно себе позволить даже при самом приблизительном соблюдении правил написания текста, где хоть иногда упоминается слово «математика». Вернемся поэтому снова к нашему вопросу о структурах, которые можно задать изобразительно, и

попытаемся, прежде всего, уточнить, что мы понимаем под выражением «структура задана»? Согласно вышеизложенному, мы не должны удовлетворяться тем, что наличествует перечень отношений между как-то обозначенными элементами структуры, надо еще, чтобы эти отношения были заданы «хорошо», механизмом параллельного ввода. Следовательно, надо потребовать, чтобы между теми элементами, где отношения заданы иначе, неудовлетворительно с нашей точки зрения, их нужно дополнить так, что получающееся новое задание удовлетворяло требованию параллельности. Такое доздание дает нам возможность выявить и полноту исходного задания — структура, задающая реально существующий объект или логически мыслимые понятия, может быть задана с максимальной информативностью. Таким образом, изучение структур оказывается изобразительным — доздание структур должно означать решение возникающих в рамках структуры задач.

Каковы плюсы, даваемые такой трактовкой, вероятно, самой общей задачи из всех существующих задач: как решить данную задачу? Мы уже имели возможность отметить эти плюсы. Разработка конкретных способов решения — дело той теории, которая возникнет, если на перечисленные нами проблемы будет обращено должное внимание.

Особенную пользу, нам кажется, может принести конструирование так называемых графов понятий. Хорошо известно, как можно построить такой граф. Для этого понятия некоторой теории упорядочиваются по включению, причем считается, что более общее понятие содержит понятия более частные, для которых, ввиду большего шага известных свойств, может быть легче развита более полная или — иногда — исчерпывающая теория. Тогда мы получаем возможность говорить еще и о других свойствах частного понятия и ставить вопрос о перенесении этих свойств на понятие вообще. Если вопрос о перенесении свойств получает положительное или отрицательное решение, то снова можно сконструировать частичный граф, упорядочиваемый по включению множеств обнаруженных свойств. Коррективы, вносимые таким образом в исходный граф, приводят, как правило, к более четкому и правильному пониманию теории в целом. Например, многие теоремы теории конечных (и не только конечных) абелевых групп не переносятся на любые группы, но, как заметил американский математик Ф. Холл, переносятся на так называемые разрешимые группы, в силу чего особое внимание концентрируется на различных обобщениях понятия коммуникативности — разрешимости, сверхразрешимости и т.п.

Ввиду чрезвычайной сложности многих из изучаемых сейчас систем создание модели, зрительно задающей такую систему, бывает подчас крайне затруднительно (хотя широко применяется). Поэтому особенно интересно исследовать вопрос о возможности ввода данных о системе многомерным образом для ЭВМ. Для этого в первую очередь необходимо детально исследовать наметенное выше понятие многомерного задания. Возможно, плодотворным был бы подход, основанный на интуитивно напрашивающемся термине «многомерность».

Заканчивая краткий очерк, посвященный одному из путей к овладению теми теориями, которые сейчас лежат на скрещении наиболее актуальных проблем естествознания, техники, экономики и математического подхода к этим дисциплинам, сформулируем выводы:

1. Характеризуя язык, которым может быть задана структура — под структурой понимается любая система, между элементами которой наличествуют некоторые связи, например: математическая теория, классификация задач какой-либо отрасли знания, промышленное предприятие или совокупность предприятий, и т.п. — имеет смысл говорить о размерности этого языка, предварительно определив это понятие более точно.
2. Языки, используемые в настоящее время повсеместно — это языки последовательного ввода задания. Разработка теории, заданной таким языком и средствами такого языка, существенно тормозится и вызывает большие затруднения, в то же время задание структуры на многомерном языке свободно от указанных недостатков. Поэтому переход на задание структуры многомерным языком уже сам по себе является важным шагом в изучении структуры.
3. Задание структуры многомерным языком имеет следующие основные преимущества: а) достигается высокая адаптированность относительно возможности человека изучать саму структуру и б) задачи самого изучения структуры могут пониматься как задачи вложения структуры исходной в структуру, заданную на многомерном языке. Можно говорить, что изучение структуры — это восстановление ее недостающих элементов на многомерном языке.
4. Развитие вычислительных систем на базе параллельного соединения ЭВМ предъявляет новые требования к языку задания данных для таких машин, причем в области принципиально иного подхода к языку, отличному от усовершенствования языка, заданного последовательно. Возможно, таким языком будет язык многомерного задания.

Кузнецов П.Г.

Социально-экономическое прогнозирование и проблемно-ориентированный подход к проектированию систем управления²¹

Введение

Быстрое развитие вычислительной техники, сопровождающееся ее широким применением во всех областях народного хозяйства, приводят нас к пониманию роли и значения комплексных интегрированных систем управления общественным производством и потреблением.

Социально-экономический прогноз классиков марксизма-ленинизма о существовании объективной тенденции развития общества к построению коммунизма блестяще подтверждается всем ходом истории. Коммунистическая Партия и Советское Правительство создали весьма благоприятные условия для развития науки и техники. Это приобретает исключительно важное значение в эпоху научно-технической революции, которая охватывает все мировое хозяйство.

Научно-техническая революция характеризуется в первую очередь тем, что резко сократилось «время жизни» материалов и технических средств. Эта быстрая эволюция техники может быть проиллюстрирована, например, таким гипотетическим примером.

Представители радиопромышленности нашей страны обращаются к представителям химической промышленности с просьбой расширить производство гетинакса. Учитывая запросы смежного министерства, химики записывают в свой план тему: разработка экономичной технологии производства гетинакса, строительство опытной установки, проектирование завода, освоение производства и увеличение выпуска гетинакса.

Лет через пять новый завод, с прогрессивной технологией, построен и начинает выдавать продукцию. Однако представители радиопромышленности... не хотят ее брать, т.к. им желательнее получать вместо гетинакса — **беррипласт**. Оказывается, что год тому назад в одной из стран создан новый материал, который гораздо лучше, чем гетинакс.

Нетрудно видеть, что проблема новых материалов и новых технических средств носит своеобразный «межведомственный» характер.

Не следует искать виновных как среди радиоспециалистов, так и среди химиков. Следует зарегистрировать существование факта

²¹ Текст публикуется согласно машинописному документу 1968 г. Публикуется впервые.

возможного морального старения только что созданного материала и только что изготовленного технического средства. Следует обнаруженный факт «дефекта планирования» рассматривать как симптом или признак проблемы. Обнаружив проблему, ее следует сформулировать и изучить с тем, чтобы подобные факты были исключены.

Формулировка проблемы по приведенному гипотетическому примеру имеет следующий вид:

Требуется разработать научную теорию, которая позволяет предсказывать смену материалов и технических средств. Требуется разработать машинную информационную систему, которая способна предсказывать перспективные направления развития народного хозяйства, на базе полного использования всех достижений науки и техники.

Первая формулировка проблемы имеет вид очень абстрактного вопроса и представляется очень расплывчатой. Однако всякая попытка решать более «узкую» задачу может привести к неудаче.

Используя проблемно-ориентированный подход, мы рассмотрим задачи социально-экономического прогнозирования в полном объеме (за счет меньшей детальности), ориентируясь на последующее проектирование комплексных машинных информационных систем.

Перед нами стоит проблема предсказания потребностей общества как целого, потребностей индивидуумов, являющихся членами общества. С другой стороны, мы должны оценить наличие возможностей у общества как целого для удовлетворения как общественных, так и индивидуальных потребностей. Эти предсказания должны быть «устойчивыми» в рамках научно-технической революции, т.е. не должны «стареть» при изменении номенклатуры изделий.

История человеческого общества, вне зависимости от социально-экономической формации, демонстрирует нам очевидные факты: несмотря на конечное время жизни людей и вещей, общее количество людей и вещей не уменьшается. Изменяются с течением времени и люди, и вещи, но сохраняется **процесс** производства вещей и людей. Можно предполагать, что потребности выводимы из необходимости поддержания процесса. Можно предполагать, что возможности имеют смысл также относительно поддержания процесса.

Фундаментальное понятие, которое сохраняет свое значение в любой момент, и есть **процесс** исторического развития человечества.

Процесс производства вещей и людей опирается на вещество природы и на энергетические ресурсы природы. Однако только

человеческий труд объединяет вещество и энергию природы в процесс производства. Процесс производства осуществляется при помощи технических средств, которые сами по себе также есть вещество природы, преобразованное трудом человека в форму, способствующую протеканию процесса производства.

(Текст обрывается)

Кузнецов П.Г.

О конструировании системы научного управления обществом²²

Существует нечто, что мы называем реальным миром. Реальный мир — это то, что мы видим вокруг нас, это то, что мы слышим вокруг нас, это то, что мы прочитали в книгах.

Реальный мир весьма велик и очень сложно устроен. Люди, которые живут в этом мире, не очень долго в нем задерживаются. Ограниченное время жизни каждого из людей не давало, не дает и не будет давать им возможность получить правильное отражение этого реального мира в сознании каждого отдельного человека.

Таков итог развития философской мысли на протяжении 2000 лет описанной истории.

Отдельный человек может принять эту невозможность постичь законы реального мира и ограничиться познанием большей или меньшей его части, но люди неотделимы друг от друга — они образуют ту или иную общественную формацию, в которой каждому суждено играть ту или иную роль. Роль некоторых из людей, оказывающихся на верхних ступеньках общественного устройства, может быть весьма большой. Однако никто из людей не бессмертен, и никто из людей не может постичь объективной картины реального мира. Иногда, на крутых поворотах дороги истории, может существовать мнение, что тот или иной политический деятель виновен перед людьми за те или иные решения. Это ложное суждение. У истории человечества нет виноватых — виноват каждый человек, но виноват перед будущим.

Каждый разумный человек может видеть «что не хорошо». Если он остановится в этом пункте, то он из человека разумного превратится в «критикана». Разумный человек должен продолжить свою деятельность до описания того, «что должно быть». После этого он должен еще решить вопрос о том, как «из того, что есть» можно получить то, «что должно быть».

Остановка на первом или втором этапе, а иногда и на третьем этапе означает для бесконечной истории одно и то же — **возможность, которая не была использована**.

Допустим, что когда-нибудь люди сумеют построить такую социально-экономическую формацию, которая будет полностью

²² Текст публикуется согласно машинописному документу 1969 г. Публикуется впервые.

использовать возможности каждого отдельного индивида для роста возможностей общества в целом. Очевидно, что такая формация будет иметь соответствующие средства, чтобы каждый индивидуум мог сообщить в систему управления каждую новую, обнаруженную им лично, возможность. Система управления оценивает эту возможность и извещает подателя о положительных и отрицательных эффектах для общества, следующих из утилизации предложенной возможности.

Назовем систему управления общественной формацией, которая полностью использует возможности каждого индивидуума, идеальной системой управления, соответствующей Коммунистическому Обществу. Очевидно, что темп роста возможностей в такой формации будет определяться темпом роста возможностей его членов. Естественно, что на знамени такого общества будет написано: обеспечить наиболее быстрый темп развития каждого индивидуума, так как от этого и зависят возможности общества как целого.

Мы знаем, что возможности нашей страны ограничены. Однако вряд ли мы можем быть уверены, что мы полностью используем все возможности, которыми мы располагаем. Эти неиспользованные возможности мы будем называть «скрытыми резервами». Все шаги по совершенствованию системы управления общественным производством, как видно из изложенного выше, будут шагами по обнаружению и использованию «скрытых резервов». С другой стороны, все «скрытые резервы», т.е. неиспользованные возможности, сосредоточены в... головах людей. Из головы человека каждая неиспользованная возможность выходит только в одном виде — в виде мероприятий по улучшению нашего общего хозяйства в форме докладной записки или письма. Однако количество связей в хозяйстве и реальном мире столь велико, что вполне разумное, на первый взгляд, предложение содержит порой и неожиданные вредные последствия. Мы утрачиваем возможность контролировать пути наиболее быстрого роста возможностей общества как целого.

Где выход из создавшегося положения?

Проектирование современного самолета, танка, корабля предполагает наличие специалистов, которые могут разработать проект до рабочих чертежей и запустить рабочие чертежи в производство. Можем ли мы рассчитывать на наличие специалистов, которые могут разработать такую систему управления народным хозяйством, обеспечивающую наиболее быстрый рост возможностей страны в целом? Мне кажется, что такая работа рано или поздно будет поставлена, специалисты по

конструированию общественного устройства будут созданы в процессе такой работы. Работа этого типа не может быть разовой кампанией — это регулярная деятельность по проектированию и изготовлению системы, которая должна использовать все возможности всех членов нашего общества в интересах наиболее быстрого роста возможностей общества в целом. И здесь мы обнаруживаем беспрецедентность такого проектирования.

Государственный аппарат, по определению, есть инструмент принуждения. В истории человечества еще не существовало государства, которое несет функцию **использования возможностей каждого индивидуума**. Использование возможностей личности в рабовладельческом обществе было делом рабовладельца. Использование возможности личности при феодализме было делом феодала. Использование возможностей личности при капитализме было и является делом частного предпринимателя.

Функция использования возможностей каждого индивидуума является **качественно новой функцией** в социалистическом государстве. Когда социалистическое государство обеспечит полное использование возможностей каждого индивидуума, оно перестанет быть государством по определению — оно будет прямой противоположностью устройства принуждения, а будет аппаратом неограниченного использования возможностей каждого своего члена.

Отметив качественное отличие общественного устройства при социализме, можно понять, какого типа явления могут обнаруживаться при переносе систем управления из-за рубежа на новую социальную почву.

Теперь мы должны внести ясность в один фундаментальный вопрос — в вопрос о количественном **измерении возможности**.

Интуитивно понятие «**возможность**» предполагает способность совершить некоторое **действие**. Действие может совершаться либо человеком, либо машиной. Логично установить, что скрывается за этой способностью совершить действие? Мы утверждаем, что **не существует действия**, которое можно совершить, **не расходуя энергии**. Это позволяет сделать первый, однако только первый, вывод: полная мера способности «**совершить действие**» ограничена пиковым значением мощности, которой располагает система.

Будем считать **мощность** (величину, которая в принципе доступна измерению) верхней границей величины «**потенциальной возможности**». Скорость поступления энергоресурсов в экономическую

систему определяет количественно «потенциальную возможность» любой экономической системы.

Легко заметить, что величина самого совершаемого действия никогда не бывает равна «потенциальной возможности» — часть мощности бесполезно рассеивается при каждом совершаемом действии. Введем еще одно понятие «**физическая возможность**», которая будет характеризовать «**используемую в действии потенциальную возможность**». В обыденных описаниях это соответствует величине полной мощности, умноженной на коэффициент полезного действия работающей системы.

Определим второй шаг нашего анализа, как существование измеримой величины «**физической возможности**».

Теперь-то и можно сделать подход к третьей части нашего анализа. Экономическая система стоит перед выбором: как связаны интересы, цели, намерения и желания людей с величиной «**физической возможности**»? Будут ли решения, которые приводят к уменьшению «**физической возможности**» экономической системы, способствовать удовлетворению потребностей индивидуумов и общества в целом? Ответ довольно прост: сколько бы денежных знаков не было напечатано — они не могут заменить этого роста «**физической возможности**». Зафиксируем и этот результат:

Рост «физической возможности» является необходимым для удовлетворения желаний, намерений, потребностей, интересов как отдельных индивидуумов, так и общества в целом.

Мы получили следующее уточнение интуитивного понятия «**возможность**» и обнаружили желательность «**роста возможностей**».

Теперь мы будем пользоваться понятиями физическая и потенциальная возможность общества без кавычек, так как мы их определили количественно.

Как потенциальная, так и физическая возможность допускает использование на совершение таких работ, которые никому не нужны. Такое использование физической возможности является абсурдным, но может иметь место. Например, физическая возможность используется для выпуска штапельного полотна, которое не потребляется. Эта утрата части возможностей страны на выпуск никому не нужных вещей сокращает величину физической возможности тем более, чем больше совершено работ, результат которых никому не нужен. Остаток от физической возможности, использованный только на выпуск «нужных» вещей, т.е. таких, каждая из которых имеет потребителя, мы и будем называть

термином «**экономическая возможность**». Получив новое понятие, также доступное измерению, мы можем связать наши интересы, намерения, желания и цели с этим понятием:

Максимальный неубывающий темп роста «экономической возможности» страны представляет собою объективную цель нашего исторического развития.

Достижение этой цели и обеспечивается проектированием механизма, использующего возможности каждого индивидуума в рост экономической возможности общества в целом. Этот механизм управления общественным производством мы будем называть **системой оптимального функционирования экономики (СОФЭ)**. Таким образом, система оптимального функционирования экономики является новым типом управляющей системы, ориентированной на полное использование возможностей каждой личности в интересах общества, ориентированной на общественную заботу о наиболее быстром росте возможностей каждого индивидуума.

Часть системы, ориентированной на полное использование возможностей каждой личности, мы будем называть подсистемой производства **вещей**. Другую часть системы, ориентированную на наиболее быстрый рост возможностей каждого индивидуума, мы будем называть подсистемой производства **людей**. Последнюю подсистему в досоциалистических формациях называли **потреблением**, но цель Коммунистического общества — **человек**, который обладает неограниченными возможностями, даже малая часть которых оказывается достаточной для удовлетворения его личных потребностей. Только такой **человек** может быть способен обеспечить наиболее быстрый темп роста «экономической возможности».

В классической политической экономии хорошо установлено, что производительной силой являются люди, т.е. **возможности**, которые появляются у общества благодаря людям. Производственные отношения, которые не обеспечивают полного использования возможностей людей, приходят в противоречие с возросшими возможностями людей, и борьба нового со старым всегда разрешается в пользу тех общественных отношений, которые лучше используют возможности человека. Смена одной социально-экономической формации другой ярко демонстрирует этот закон общественного развития.

Создание социалистического государства явилось поворотным моментом в истории человечества: теперь созданы все предпосылки для проектирования общественного механизма, который обеспечивает

наиболее быстрый рост возможностей каждого человека и наиболее полное использование его возможностей в интересах человечества.

Теперь мы имеем первую классификацию, позволяющую оценить воздействие каждого индивидуума на рост «экономической возможности» общества в целом.

Во-первых, люди могут вносить вклад в увеличение темпа роста **потенциальной возможности** общества. Этот вклад имеет вид открытия новых или создания новых источников энергоснабжения общественного производства. Новые источники энергоснабжения общества не обязательно имеют вид атомной или термоядерной энергии, не обязательно это энергия приливов или тепло гейзеров. Новым источником энергии может быть новый, более продуктивный по фотосинтезу, вид растений или новый вид животного. Замена менее продуктивных сортов и видов увеличивает снабжение общества энергией продуктов питания, без которых невозможна жизнь индивидуума. Можно продолжить этот список открываемых индивидуумами видов **потенциальной возможности**, но это не является предметом настоящего сообщения.

Во-вторых, люди могут вносить вклад в рост «**физической возможности**» общества. Этот вклад имеет вид повышения коэффициента использования энергии во всех технологических процессах. В частности, производство минеральных удобрений обеспечивает увеличение продуктивности сельскохозяйственного производства на базе тех видов растений, которые являются «старыми». Борьба за повышение коэффициента полезного действия в каждой рабочей операции, изменение технологии, которое позволяет экономить энергию, как при замене резания металлов на штамповку, и т.п.

Наконец, в-третьих, люди могут вносить вклад в рост «**экономической возможности**» через совершенствование планирования и управления общественным производством. Этот вклад, в принципе, имеет очень простой экономический смысл — **мы не хотим делать то, что никому не нужно**. Нетрудно показать, что вопрос о том, **кто, где, когда и как именно** будет использовать **результат моего труда**, должен пронизывать мышление каждого индивидуума в условиях общественной собственности на средства производства. Легко понять состояние каждого человека, который обнаруживает, что результат его труда никому не нужен, а его усилия даже нельзя назвать трудом. Ведь трудом принято называть не каждый вид деятельности, а только тот, результат которого может быть использован другим человеком. Нет абстрактного общества, которое потребляет результаты труда каждого человека — результат

каждого вида труда используется только **человеком**. Выпуск недоброкачественной продукции — это пренебрежение к **человеку**.

Система оптимального функционирования экономики и проектируется для наиболее полного использования **всех трех видов возможности**.

Однако источником этих трех видов возможности всегда были и будут люди, т.е. то, что принято называть **личностью**. Если система оптимального функционирования экономики будет содержать только первую подсистему, которая использует все возможности, то может наступить такой момент, когда люди окажутся неспособными находить эти возможности. По этой причине вторая подсистема — это подсистема воспитания и обучения людей, обеспечивающая создание такого **человека**, который способен находить эти **три вида возможности**. Достаточно подумать о планах нашего производства лет на 30 вперед, как мы обнаружим, что любое техническое средство, любая машина и механизм морально стареют за 5-10 лет. Следовательно, если мы не хотим отставать от жизни, то нам нужно очень позаботиться о воспитании и обучении следующего поколения людей, которые будут способны спроектировать и изготовить технические средства, соответствующие будущему уровню производства. Чем полнее и лучше мы выполним эту задачу, тем чище будет наша совесть перед следующим поколением. Не следует забывать, что способность человека вносить свой вклад в дело общественного производства зависит от здоровья каждого индивидуума. Поэтому в эту подсистему СОФЭ входит система сохранения здоровья людей или система нашего здравоохранения.

Нет никакого сомнения, хотя это и связано с очень большими трудностями, что мы создадим непрерывно совершенствующуюся систему оптимального функционирования. Однако существует еще одно немаловажное обстоятельство. Предшествующая общественная формация, продолжая борьбу против социализма, угрожает самому существованию системы социалистического производства. Это вынуждает нашу страну и все содружество социалистических стран использовать часть своих возможностей не в дальнейший рост возможностей общества, а на нужды обороны. Это вынужденный шаг, который существенно задерживает темпы роста общественного производства, но он пока необходим. В силу названного обстоятельства именно наша страна выступает на мировой арене как последовательный борец за мир, за дружбу между всеми народами, за лучшее будущее человечества. Обладая ограниченными ресурсами для решения этой

задачи и понимая, что эта функция социалистического общества порождается внешним окружением, мы должны включить в систему оптимального функционирования экономики и еще один компонент, который относится к нашим связям с окружающим нас миром. Эта третья подсистема в системе оптимального функционирования экономики — обеспечивает полный набор подсистем всей **системы оптимального функционирования экономики**.

Кузнецов П.Г.

Методология системного подхода к проектированию автоматизированных систем управления²³

В настоящее время по всей стране идет разработка и внедрение большого числа автоматизированных систем управления. Разработка этих автоматизированных систем управления сопровождается составлением технических заданий на проектирование каждой конкретной системы. Сам процесс проектирования **управляется** требованиями к проектированию системы управления, которые содержатся в техническом задании. Очевидно, что чем точнее и обоснованнее требования, сформулированные в техническом задании, тем точнее и обоснованнее **план** конкретных действий по разработке и внедрению автоматизированной системы.

Знакомство с документами, которые содержат техническое задание, знакомство с аванпроектами и техническими проектами автоматизированных систем показывает, что все разрабатывающие коллективы руководствуются системным подходом и осуществляют системный анализ. Однако, хотя и имеются эти указания на использование системной методологии, конечные результаты существенно различаются **методологически**.

В данной статье нам хотелось бы поставить на обсуждение вопрос, который соединяет формальные и неформальные компоненты анализа конкретных систем, формируя техническое задание на разработку автоматизированной системы управления предприятием, отраслью, объединением и т.д. Представим себе конкретную ситуацию такого вида: читатель и автор пришли в разрабатывающую организацию и получили от руководителя разработки техническое задание на проектирование АСУ. Руководитель разработки утверждает, что техническое задание разрабатывалось с применением системного подхода, что осуществлялся системный анализ проблем организации, результатом чего и явилось задание на проектирование.

Особенность настоящей статьи состоит в том, что конкретные технические задания, естественно, существенно отличаются друг от друга на **специфические** компоненты проекта, но содержат и **общие** компоненты. Таким образом, предметом настоящей статьи могут быть

²³ Текст публикуется согласно машинописному документу, приблизительно датируемому 1973-74 гг. Публикуется впервые.

только те обязательные **общие** компоненты любой системы управления, отсутствие которых может отрицательно сказаться на процессе проектирования АСУ. Проблема состоит в том, что читатель может задавать только те вопросы автору технического задания, которые не зависят от **особенностей** данной конкретной АСУ. Сам процесс постановки вопросов разработчику должен выявить некоторые эталонные вопросы-требования. Некоторую помощь в решении этой задачи читатель получит от автора.

Мы знакомимся с техническим заданием на проектирование

Получая техническое задание на проектирование АСУ, мы видим перед собою книгу или несколько книг, в которых заключен итог большой работы. Этот итог работы, по замыслу, содержит описание того, как будет управляться автоматизированный объект после того, как автоматизированная система управления будет сделана. Представим себе, что автоматизированная система управления уже сделана, и мы осуществляем ее приемку в составе Комиссии по приемке результатов работы. Работа по приемке сделанной системы, как и всякая техническая приемка, осуществляется **сравнением** записи в техническом задании («**что должно быть**») с тем, что сделано на самом деле. Очевидно, что чем менее понятно по тексту технического задания, «что должно быть», тем труднее опознать выполнение этого требования. Поскольку использование системы управления будет осуществляться тем или иным руководителем (а не разработчиком системы!), то описание того, что должно быть, не может писаться профессиональным языком разработчиков систем. Этот факт записи на непрофессиональном языке, относящийся к тому, что должно быть, распространен в инструкциях по использованию технических средств массового пользования — сравните инструкцию по использованию телевизора с описанием того, **как он устроен**. Поскольку системы управления в ближайшем будущем будут **массовыми** средствами, характеризующими все системы управления, то и снабжаться они будут **инструкциями по использованию**. Таким образом, в техническом задании мы должны увидеть некоторое подобие инструкции по использованию системы управления для тех или иных руководителей, которые будут использовать машинные документы системы в своей работе. Теперь мы и можем сформулировать свой первый вопрос: сколько руководителей по техническому заданию будут получать из машинной системы документы, которые им нужны для выполнения своих обязанностей по принятию решений?

Нетрудно видеть, что такого рода вопрос можно задавать по отношению к техническому заданию на проектирование АСУ вне зависимости от «особенностей» ее сферы применения. Очевидно, что, принимая систему, мы можем сравнивать: сколько руководителей должно было получать машинные документы для принятия решений и сколько руководителей фактически получает документы из системы. Если их число сошлось, то против соответствующего пункта Комиссия по приемке системы может поставить галочку.

Можно продвинуться и дальше по этой формальной линии. Не исключено, что техническое задание содержит расшифровку по количеству документов, ориентированных на решения по каждому руководителю. В этом случае мы сравниваем: сколько документов должен по техническому заданию получать директор завода, и сколько документов ему готовит машинная система фактически? Если эти числа совпали, то мы снова ставим галочку и переходим к другому руководителю списка — к главному инженеру завода. Этот процесс исчерпывается тогда, когда мы прошли по всему списку руководителей и по каждому индивидуальному списку документов. Очевидно, что этот список не может быть бесконечным, и техническое задание дает возможность вести приемку сделанной системы.

Предшествующее описание приемки системы было бюрократически-формальным. Мы не задавали ни одного содержательного вопроса. Неформальная сторона описанной процедуры состоит в постановке вопросов, которые относятся к **содержанию решений**. Исключая на первом шаге знакомства с техническим заданием **все неформальные элементы**, мы фиксируем свое внимание на внешней стороне дела.

Можно встретить и еще более конкретизированное техническое задание. В этом более конкретном техническом задании могут содержаться сведения, которые относятся к документам системы, используемым для принятия решений. Например, в списке документов директора завода есть документ №2 по списку. Относительно этого документа известны все его графы, т.е. известны **все виды сведений**, которыми должен располагать директор, чтобы его решение по вопросу №2 было **обоснованным**.

В этом случае, осуществляя приемку системы, мы **сравниваем** те сведения, которые должны были содержаться в документе по техническому заданию, с теми сведениями, которые фактически содержатся в упомянутом документе. Если все графы у нас совпали, то мы

ставим еще одну галочку в акте приемки. Нетрудно видеть, что у нас формируется образ технического задания в виде **альбома выходных документов системы**. Этот альбом состоит из списка должностных лиц, которые принимают решения, из списка решений, которые принимает каждое должностное лицо, и из списка документов, которыми будет пользоваться данное должностное лицо в процессе принятия решений. Содержание граф выдаваемых документов создает некоторый образ того, какие именно сведения должны быть собраны, как они должны быть обработаны, чтобы их можно было ввести в документы, по которым в системе будут приниматься **решения**. Последняя фраза представляет собою ни что иное как задание на разработку алгоритмов и пробами математического обеспечения АСУ.

Признаком того, что этот комплект программ согласован с комплектом выходных документов, является наличие блок-схем на формирование каждого документа, с указанием на наличие полного комплекта документов, обеспечивающих сбор **всех исходных данных**. Очевидно, что **альбом входных документов** можно формально рассматривать как комплект измерительных приборов, которые регистрируют течение основного производственного процесса. В реальных ситуациях этот комплект измерительной аппаратуры редко имеет вид приборов, а реализуется с помощью живых людей, результатом работы которых и является формирование документа с необходимыми исходными данными. Очевидно, что совокупность людей и технических средств, формирующих альбом входных документов системы, позволяет задавать новые вопросы: сколько точек сбора исходных данных предусматривается техническим заданием? Производя приемку действующей системы, мы опять можем сравнивать количество этих точек, имеющихся в наличии, с тем количеством, которое фигурирует в техническом задании. Естественно, что по каждой точке сбора данных можно задавать вопрос о количестве (списке) данных, собираемых в данной точке. В некоторых технических заданиях можно найти и дальнейшую конкретизацию исходных данных.

Все проведенное описание должно сформировать в представлении читателя несколько обособленный «формализованный образ» системы управления, вычлняющий в каждой конкретной системе управления ее **документальный** аспект. Этот формализованный образ системы управления в нашей статье формировался при изучении **технического задания** на проектирование АСУ. Мы, вместе с читателем, задавали вопросы разработчику АСУ, но заданные нами вопросы «имели смысл»,

т.е. эти вопросы задавались в некоторой «системе». Мы полагаем, что вид и содержание поставленных вопросов, имеют отношение к системному анализу объекта управления, и имеют отношение к реализации системного подхода к проектированию АСУ. Мы далеко не исчерпали всех «разумных» вопросов, ответ на которые мы хотели бы видеть в техническом задании. Однако мы можем утверждать, что ответ на поставленные вопросы **должен** содержаться в техническом задании на проектирование АСУ. Отсутствие ответов на поставленные выше вопросы мы можем рассматривать как признак, что системный подход к разработке АСУ в техническом задании **декларируется**, но он не был проведен в **действительности**.

На этом мы оставим в стороне техническое задание на проектирование автоматизированной системы управления и перейдем к раздельному рассмотрению сперва **системы управления**, не предполагая ее автоматизированной, а затем посмотрим, чем отличается **неавтоматизированная** система управления от разумно автоматизированной.

***Что же мы проектируем:
систему управления или ее автоматизацию?***

Уже сам заголовок этого раздела должен привлечь внимание читателя к вопросу о разнице между проектом **системы управления** и проектом **автоматизации** уже спроектированной (или уже существующей) системы управления. Как бы там ни было, но системы управления существовали задолго до появления машинных информационных систем. В силу названного обстоятельства их и нужно рассматривать как самостоятельный объект проектирования, что составляет существенно отличную область от их автоматизации. В самом проекте системы управления можно опять выделить **управление** как процесс принятия **решений** и **систему**, которая обеспечивает научную обоснованность принимаемых решений. Этот факт находит свое место в заявлениях о том, что некоторые виды решений **не образуют системы**, что решения противоречивы, что решения волюнтаристичны и т.д. Исключение этих «ошибочных», «противоречивых» или «волюнтаристических» решений достигается не призывом к их устранению, а нудной, трудной и кропотливой работой по проектированию **систем** управления. Между прочим, у некоторых американских авторов имеется тенденция считать **систему** управления хорошей, если любой средний человек в этой системе **не может** допустить слишком крупного управленческого промаха. Этот принцип может быть

сформулирован как проект, не имеющий в виду **гения** организации. Естественно, что система не будет работать хуже, если она используется гениальным человеком.

Возвращаясь к проектированию систем управления, которое ведется в рамках разработки автоматизированных систем управления, мы хотели бы четко отделить процесс проектирования системы управления от процесса автоматизации этой системы управления. Автоматизация вводится в систему управления тогда и только тогда, когда функция элемента системы управления, выполняемая человеком, является рутинной, не требует творчества и будет выполняться машиной быстрее и экономичней, чем это делает человек. Это приводит к выводу, что техническое задание должно содержать обоснование того, почему эту функцию в системе управления нужно передать от человека вычислительной машине.

Перенося центр внимания проектировщика автоматизированных систем управления с **автоматизации** (иногда ради автоматизации!) на **систему управления**, мы сразу же обнаруживаем в научной литературе по машинным информационным системам **два течения**: одно течение делает упор на **вычислительный** аспект (очень важный и нужный), а другое — на **организационный** аспект проектирования. Еще раз подчеркивая важность и нужность **вычислительного** аспекта проектирования систем управления, мы в настоящей статье уделим основное внимание **организационному** аспекту проектирования.

Организационный аспект систем управления является предметом не новым: он имеет большую историю, которая связана с понятием «научная организация труда» и «общая теория **организации**». Совершенно естественно, что значительная часть исследований в этой области уже может представлять лишь исторический интерес, ибо исследование организаций велось при допущении, что никаких вычислительных машин нет. Это допущение лишает ряд выводов этой теории некоторых аргументов. Тем не менее, пренебрегать ранними исследованиями в этой области совершенно недопустимо. Естественно, что наш наивный вопросник по техническому заданию на систему управления был составлен из вопросов, которые были типичными для классиков организации.

Если работы классиков теории организации были построены на допущении об отсутствии вычислительных систем, то как должна выглядеть теория организации в условиях проектирования современных систем управления? Эта теория и приняла форму, которую теперь принято

называть системным анализом, системным подходом и многими другими словосочетаниями. Изучение этих подходов к современной теории организации, ориентированной на использование вычислительной техники, велось большим коллективом советских ученых, членом которого был и автор. Эта работа была ориентирована на разработку систем управления комплексными научными программами и нашла свое отражение в системах «СПУТНИК-СКАЛАР», краткое описание которых дано в работе В.Г. Афанасьева и В.С. Чеснокова [1]²⁴.

Совершенно естественно, что проектирование железнодорожного моста существенно отличается от проектирования организации. Конструктор имеет ряд результатов научных дисциплин, таких как сопротивление материалов, теория упругости и др., которые гарантируют работоспособность конструкции. Какими же научными дисциплинами должен располагать **конструктор организации**, элементами конструкции которой являются живые люди? К сожалению, мы не можем сегодня составить такого списка. Тем не менее, как всегда в истории, люди поступают так — сначала делают, а потом начинают на основании наблюдения сделанного разрабатывать **теорию**. Так было с появлением паровых машин и многого другого. Тысячелетняя история человечества хранит сведения о различных конструкциях человеческих организаций, которые были созданы, существуют или разрушились. Эта история, будучи изучена и переработана, может образовать подлинный фундамент теории конструирования организаций. Еще не располагая теорией конструирования организаций, мы, тем не менее, можем поступить так же, как в разделе «Знакомства с техническим заданием». Мы можем задавать некоторую последовательность «разумных» вопросов.

Известно, что организации рождаются, растут, развиваются и умирают. Поставим первый наивный вопрос: «Почему рождаются новые организации? Что является причиной возникновения организации?». Изучение этих вопросов показывает, что причиной возникновения любой организации является **цель**. Сама организация возникает как **средство** для достижения породившей ее **цели**. Рассматривая организацию как средство достижения цели, мы обнаруживаем потребность в структуре организации такого компонента, который **управляет** действиями, ростом и развитием организации, обеспечивая достижение **цели**. Этот компонент

²⁴ Исходный машинописный документ не содержит списка использованных источников. — прим. сост. Е.Б. Попова.

организации, который направляет организацию на **цель**, мы и отождествляем с понятием «**система управления**».

Организации может возникнуть и достигать цели тогда и только тогда, когда существует некоторая **потребность** в достижении цели организацией. Это замечание нами сделано для того, чтобы при конкретном исследовании той или иной организации исследователь мог отождествить понятие «**цель**», являющееся как бы внутренним образом, с понятием «**общественная потребность**», являющимся как бы внешним образом той же цели. Определение **цели** организации оказывается корректным тогда и только тогда, когда внутренняя цель организации рассматривается вне организации как **средство** для достижения более дальних целей. «Кто, где, когда и как именно будет использовать конечный результат деятельности организации, когда она достигнет цели?» — является очень уместным [вопросом] для определения целей организации с точки зрения **надсистемы**. Связывая цели организации с общественной потребностью в надсистеме, мы обнаруживаем регулярный процесс согласования внутренних целей организации с внешними **общественными потребностями**. Этот процесс и является основным процессом в **системе управления** организацией. Внутренние цели организации изменяются внутри организации под влиянием внешних общественных потребностей. Реакция системы управления на изменение внешних потребностей состоит в изменении внутренних **целей**. Этот процесс изменения внутренних целей, реализуемый системой управления, и принято называть **управленческим решением**. Типичным примером такого типа решения является решение по сокращению объема производства некоторого товара под влиянием изменения спроса на него на рынке в сторону понижения, что может проявляться в падении цен.

Проведенное рассмотрение должно помочь читателю выделить функцию системы управления организацией, связанную с постановкой и изменением внутренних целей под влиянием изменения общественной потребности.

В списке свойств организации мы указывали на рост и развитие. Очевидно, что эти свойства также связаны с системой управления. Мы можем говорить о **росте** организации, если ее цели, соответствуя общественной потребности, не удовлетворяют эту потребность по количеству или объему. Разрыв между общественной потребностью и возможностью ее удовлетворения и образует движущую силу **роста** организации. Рост организации связан с выставлением определенных

целей, что опять нас возвращает в русло понятия «**управленческое решение**».

В некоторых случаях, ставших системой в эпоху научно-технической революции, происходит изменение целей, которое мы связываем с понятием «**развитие**». Мы хотели бы выделить эту функцию для более детального рассмотрения в будущем. О ней можно говорить как о достижении тех же целей, но новыми, более экономичными средствами. Поскольку и здесь речь идет о выставлении целей, то эта функция также является функцией системы управления.

Последняя функция, соответствующая смерти организации, есть также функция системы управления, но в то же время ее последняя функция.

Проведенное обсуждение, связывающее рождение, рост, развитие и смерть организаций с формированием **целей**, являющихся субъективным образом внешних потребностей, приводит нас к представлению о системе управления как внутреннем **средстве**, обеспечивающем достижение целей. Конструктор организации и ее системы управления очень редко может установить **цели** конкретной организации при использовании «внутренней» точки зрения: он должен вывести цели проектируемой организации **извне**, т.е. с точки зрения **общественных потребностей**, с точки зрения **надсистемы**, частью которой является анализируемый или проектируемый объект.

Само собою разумеется, что пока мы не установили целей организации и не рассмотрели действующий механизм (или не спроектировали механизм), который и обеспечивает достижение **целей**, мы еще ничего не знаем о системе управления и еще менее того, что именно мы собираемся автоматизировать. Фиксируя внимания читателя на области **определения системы управления** как средства, которое обеспечивает достижение целей, мы фиксируем его внимание на встречающихся иногда случаях, когда вычислительные машины оказались **неэффективными**. Если техническое задание содержало обоснование применения вычислительных машин, доказывающее их эффективность, то само использование машины, оказавшееся неэффективным, есть грех разработчика **системы управления**, а не вычислительной машины! Неэффективность вычислительных машин, которая имеет место в некоторых случаях, является типичным примером отсутствия у разработчика **системной методологии**. Наоборот, весьма часто встречается обратная ситуация: когда разработана эффективная система управления (которая ориентирована на применение вычислительной

техники), то еще до использования вычислительных машин уже наблюдаются существенные экономические эффекты. Можно сказать, что появление вычислительных машин сыграло исключительную роль в нашем понимании природы систем управления, что является, может быть, более весомым вкладом в совершенствование управления, чем встречающийся иногда тупой и бесполезный счет.

Цели, общественные потребности и критерий управления

При разработке систем управления фирмами в Англии, США и др. капиталистических странах почти не ставится вопрос о критериях управления или о целях. Чаще всего эта проблема имеет вид «выживания» или максимального неубывающего роста прибыли. Появление в системах управления компонентов, которые мы называли **ростом** и **развитием**, обуславливается стратегией фирм по расширению рынков или изменению форм проникновения на рынок сбыта. Поддержание процесса выпуска стандартной продукции, допускающее сравнительно легкую автоматизацию, почти не является предметом рассмотрения.

Иное положение с разработкой систем управления в нашей стране, которая представляет собою целостную систему общественного производства. Существование нерешенных проблем в области ценообразования при формальном подходе к проектированию иногда дает парадоксальные результаты. В силу названного обстоятельства разработчикам систем управления в СССР необходимо иметь особый подход к определению целей, общественных потребностей и критериев управления. Этот особый подход подготовлен системой высшего образования в виде владения диалектическим методом.

В предшествующем изложении мы слегка коснулись вопроса о связи между **целями** и **общественными потребностями**. Уточним нашу позицию в этом вопросе. Когда мы формулируем цель той или иной организации, то мы получаем точную формулировку цели тогда и только тогда, когда рассматриваем ее как **средство** удовлетворения той или иной общественной потребности. Рассматривая цели отдельных организаций как средства удовлетворения тех или иных общественных потребностей, мы можем говорить о том, что цели, которые не являются средством удовлетворения общественных потребностей, являются фиктивными целями. Называя такие цели фиктивными, мы не приближаемся к пониманию того, как именно в реальном анализе конкретного производства можно обнаруживать такие фиктивные цели. Практическое решение этого вопроса имеет следующий вид. Поскольку цели производства всегда являются средствами удовлетворения той или иной

общественной потребности, то всегда существует **лицо** (конкретное или юридическое), для которого данная цель производства сама является **средством**. Процесс установления связи между **целью** как результатом производства и его использованием на уровне **средства** тем или иным потребителем мы называем процессом **планирования**. Можно говорить об «идеальном планировании», когда ни на одном предприятии нет ни одной цели (результата работы), которая не обеспечена потребителем. В этом смысле процесс планирования состоит в том, что ни одно предприятие не выпускает продукции, которая никому не нужна. Когда такая продукция появляется, то она превращается в «товарный запас» и медленно уничтожается временем. Акт установления связи между производителем и потребителем, характерный для планового хозяйства, в условиях рыночного производства имеет вид «купли» или признания общественного характера выполненной работы за **труд**. Рынок не признает за **труд** ту работу, которая не нашла потребителя. Функцию общественного признания сделанной работы за **трудовой акт** в системе нашего хозяйства выполняет процесс планирования, согласуя каждый выпускаемый продукт с потребностью общества. Проведенное рассмотрение показывает, что **цели** и **плановые показатели**, взятые в рассмотренном выше контексте, лишь два названия для одной и той же сущности в системе социалистического производства. Следует заметить, что **контракт** между фирмами в условиях капиталистического производства также представляет **план**, определяя **цель** фирмы-производителя.

Поскольку **цели** каждого предприятия являются элементами **плана**, то каждое управленческое решение, которое связано с изменением **цели**, всегда является и изменением **плана**. Поскольку цели бывают разного уровня, образуя иерархию целей народного хозяйства, то **право** изменять цели на различных уровнях или изменять плановые показатели разных уровней и определяет иерархию **руководителей**. В этом месте мы снова встречаемся с уже знакомым вопросом: сколько и каких именно руководителей будут получать документы из системы управления? Какие вопросы имеет право решать каждый из руководителей? На этот раз мы подходим к этим же вопросам с их **содержательной** стороны. Для интереса отметим различие между формальным и неформальным анализом процесса **планирования**. В приведенном выше описании процесс планирования рассматривается как процесс установления связи между производителем и потребителем. Математическая литература, посвященная проблемам оптимального планирования, начинается с

«математического» допущения: «Допустим, что потребители и производители известны», — и после этого допущения решается одна и та же задача как «транспортная» или «линейного (нелинейного) программирования». Это замечание сделано с той целью, чтобы показать, что математическая задача поставлена тогда и только тогда, когда «потребители и производители» уже на самом деле «стали известны». Здесь следует отметить и еще одну сторону вопроса: при математической формализации процесса планирования принято считать, что существует матрица технологических коэффициентов или матрица стоимости перевозок, которая полностью описывает процесс. На самом деле это не так. Описанный выше процесс планирования как процесс установления **связей** между потребителями и производителями сперва порождает математический объект, состоящий из нулей и единиц, который только **фиксирует факт** наличия или отсутствия **связи**. Оптимизация плана идет на этой структуре связей. Если связи остаются неизменными, то мы получаем обычные задачи линейного программирования. Как только матрица связей изменяется, а это происходит довольно часто, то методы линейного программирования оказываются непригодными. Это затруднение удалось преодолеть при решении другого класса задач в системах с переменной структурой Г. Кроном. Отмеченный выше процесс планирования, порождающий структуру связей, выделен Г. Кроном в тензор преобразования одной структуры в другую. Использованное Г. Кроном допущение, известное как инвариантность мощности, пригодно и для экономических систем.

Вернемся к иерархии **целей**, которая и имеет форму **плана**. В соответствии с рассмотрением организаций мы можем разделить всякий план предприятия на план выпуска продукции потребителю и план роста и развития организации. Очевидно, что выполнение того и другого компонента плана можно рассматривать как **цель** всей системы управления. Тем не менее, общая цель предприятия уже разложена на две (порой противоречивые) подцели: выпуск запланированной продукции в другие предприятия народного хозяйства и изменение самого предприятия. Не менее очевидно, что эти подцели существуют на любом уровне управления: цех, предприятие, отрасль, народное хозяйство в целом. По существующей традиции принято делить ответственность за достижение этих двух подцелей между заместителями руководителя предприятия: зам, директора, который ответственен за выпуск «с конвейера», и главный инженер, который ответственен за рост и развитие предприятия. Формирование системы подцелей в системе роста и

развития осуществляется достаточно эффективно по организационным формам указанных выше систем «СПУТНИК-СКАЛАР». По этой причине мы остановимся более подробно на текущем процессе выпуска продукции с конвейера. Мы используем понятие «конвейер» как признак системы отлаженного производства известных (освоенных производством) видов продукции. Здравый смысл нам подсказывает, что система управления работает хорошо, если конвейер «не лихорадит», т.е. он работает без перебоев, ритмично. Наоборот, все то, что нарушает ритмичную работу конвейера, образует **дефекты системы управления** того или иного уровня. Логично допустить, что **цель** системы управления в данном случае состоит в обеспечении бесперебойной работы конвейера, а бесперебойная работа конвейера обеспечивает достижение **цели** организации по отношению к внешним потребителям. Можно расширить наше рассмотрение «конвейера» до всей системы общественного производства. Прослеживая совокупность «конвейеров» всех предприятий и живых людей, мы можем вычленить на всех уровнях иерархии систем замкнутую петлю производства, ориентированную на **сохранение общества**, ориентированную на то, что в экономике принято называть **простым воспроизводством**. Эта «петля» простого воспроизводства характеризуется тем, что каждый **выход** из одного предприятия является одновременно **входом** в систему другого предприятия. Мы использовали термин «одновременно» для того, чтобы иметь возможность отличать **поток** простого воспроизводства от процессов роста и развития. Поток строительных материалов, идущих на строительство нового цеха в выбранном нами заводе, не превращается в изделие. Некоторое время этот поток материалов просто «обрывается» внутри схемы завода. Этот «обрыв» и позволяет идентифицировать то, что мы называем **ростом** и **развитием** от потока выпуска на **сохранение системы общественного производства**. Проведенное рассмотрение намечает некоторую подсистему в системе управления, **цель** которой состоит в поддержании или **сохранении потока**.

Сохранение или неизменность некоторой величины во времени, наблюдаемое в явлениях окружающего нас мира, принято называть термином, который заимствован из математики, а именно, — величина неизменяющаяся есть **инвариант** данного явления. С другой стороны, классы явлений, наблюдаемые в окружающем нас мире, в рамках точных наук принято характеризовать **инвариантами**, т.е. величинами, которые сохраняются в данном классе явлений.

Логично допустить, что **цели** в системах управления, подобно законам явлений природы, также характеризуются некоторыми инвариантами. Такое отождествление **субъективно** воспринимаемых **целей с объективно неизменяющимися величинами**, как мы полагаем, будет соответствовать обнаружению социально-экономических **законов**. Используя новую терминологию, можно отождествить процесс простого воспроизводства с **инвариантом мощности**. Ритмичная работа всех «конвейеров» в системе общественного производства, характеризующая идеальное управление в подсистеме простого воспроизводства, с точки зрения «внешнего» наблюдателя характеризуется **постоянством мощности**.

Заканчивая предварительное знакомство с целями, общественными потребностями и критериями управления, последнее понятие — **критерий управления** — мы будем связывать с численным значением инварианта, постоянство которого воспринимается как субъективная цель управления. Наше дальнейшее продвижение в вычленении систем управления из системы общественного производства требует формирования некоторых новых понятий, которые проявляются в конкретных явлениях в любой системе управления.

Некоторые общие закономерности экологических и социальных систем

Многообразие явлений и проявлений жизни на поверхности нашей планеты существенно затрудняет анализ явлений **жизни в целом**. Процесс **питания** является процессом, который применим и одноклеточным простейшим, и к колонии простейших, и к отдельному человеку, и к совокупности людей, образующих ту или иную общественно-экономическую формацию. Выделяя только один биологический процесс из множества явлений жизни, мы рискуем остановить свой выбор на некотором побочном или несущественном процессе. Желательно показать **жизненную необходимость** этого процесса для всех проявлений жизни, чтобы иметь основание знакомиться с этим процессом более подробно. Выскажем утверждение, которое нам позволит продвинуться в дальнейшем анализе:

Всякое проявление жизни исчезает, если оно лишается питания.

Это утверждение демонстрирует **жизненную необходимость** процесса питания для **поддержания** процесса жизни. Процесс питания в различных проявлениях жизни протекает различно, но есть нечто **общее**, что характеризует этот процесс **в целом**. Это общее состоит в том, что процесс питания есть процесс **притока свободной энергии** к живому организму. Источником **потока свободной энергии**, поддерживающей

практически все проявления жизни на поверхности нашей планеты, является **поток лучистой энергии солнечного света**.

Фиксируя внимание на потоке свободной энергии, поддерживающем жизнь отдельного организма или популяции, мы отвлекаемся от материального субстрата носителя этой свободной энергии. Продукты питания различных организмов весьма существенно отличаются друг от друга по своему химическому составу, но, тем не менее, они все обладают одним общим признаком: они все являются носителями некоторого **потока свободной энергии**. Абстрагируясь от материального субстрата продуктов питания и сосредотачивая свое внимание на **величине** потока свободной энергии, мы получаем возможность **измерять** одну и ту же сущность, которая является нам в этом процессе в различной форме. Обычно экологи говорят о величине этого потока свободной энергии, выражая его в различных единицах: килокалории в сутки, киловатты или джоули за секунду.

Возвращаясь к социально-экономическим системам, в которых мы выделили **поток** простого воспроизводства, мы можем обнаружить за всеми материальными проявлениями потока выпуска ту же самую сущность, а именно поток свободной энергии. Выпускаемые продукты имеют различный химический состав, весьма отличаются друг от друга по форме, но все они, подобно продуктам питания, являются лишь различными проявлениями потока свободной энергии. Возможность увидеть в этом многообразии форм выпускаемой продукции этот поток свободной энергии была открыта наукой немногим более ста лет тому назад. Становление этого понимания нами было описано ранее [2, 3]. Сравнительно недавно появилась монография Г.Т. Одума «Окружающая среда, мощность и общество», которая содержит многочисленные иллюстрации этого положения [4].

Вычленив из явлений жизни процесс питания, мы, если хотим быть последовательными, должны рассмотреть и обратный процесс, который можно назвать обобщенным **дыханием**. Процесс дыхания или сгорания живого вещества представляет собою процесс рассеяния ранее накопленной организмом свободной энергии. При рассмотрении жизни популяции можно встретить три возможных ситуации. Если обозначить величину потока питания буквой P , а величину потока дыхания буквой D , то эти три ситуации соответствуют преобладанию P над D , равенству P и D , преобладанию D над P .

В первом случае, когда преобладает P над D , экологи отмечают **рост** исследуемой популяции. Во втором случае, когда $P = D$, экологии

говорят о **сохранении** или стабилизации объема исследуемой популяции. В третьем случае, когда D преобладает над P , экологи отмечают **деградацию** популяции, завершающуюся устранением ее из биосферы. Естественно, что совокупности организмов, образующих ту или иную популяцию, не обладают сознанием, не формулируют никаких **целей**, не строят никаких **планов**. Наблюдаемое явление объясняется естественнонаучным образом через измерение **входящего и рассеиваемого потоков энергии**. Этого одного измерения оказывается достаточным, чтобы говорить о судьбе популяции!

Подобного рода процесс измерения **входящего потока свободной энергии** в социально-экономическую формацию и **рассеиваемого потока энергии** той же социально-экономической формацией позволяет сказать достаточно много о ее судьбе. Полезно заметить, что **планы и действия**, которые предпринимаются внутри этой формации, влияют на соотношение этих потоков. Поскольку все внутренние явления внутри социально-экономических систем так или иначе влияют на измеряемое извне соотношение, то не могло происходить общественное развитие, если контроль за этими процессами не осуществлялся в той или иной форме. Этой формой, которой человечество пользовалось на всем предшествующем пути своего исторического развития, была форма **стоимости**. Форма контроля за стоимостью породила соответствующую знаковую систему, которая известна всем как система денежного обращения. Ставя себе цели, ориентированные на рост стоимости, человечество постепенно увеличивало положительный баланс в пользу **питания**, т.е., в пользу **притока свободной энергии** над процессом рассеяния ранее накопленной энергии. Такие лозунги как «**Уголь — хлеб промышленности**» или «**Советская власть плюс электрификация всей страны**» — не являются только **формой**, они сама **сущность**, которую можно увидеть в фундаменте процесса исторического развития человечества.

Вычленив в явлениях жизни ту ее сторону, которая выделяет обмен энергией с окружающей средой, мы выделяем СУЩНОСТЬ уникального природного процесса, сознательными или бессознательными участниками которого являемся сами. Этот исторический процесс, связанный с ростом потока свободной энергии, имеющейся в распоряжении общества, помимо воли и желания людей, имеет место. Мы были вынуждены сделать это «лирическое» отступление от нашего рассмотрения методологии проектирования систем управления. Но мы не могли не сделать его. Нам нужен руководящий принцип, который может быть использован при

конкретном анализе любой системы. Все подсистемы общественного производства являются частными подсистемами процесса **общественной жизни**. Мы не можем подходить к анализу явлений **жизни**, располагая гипотезой, что этот процесс тождественен конечному автомату. Если мы располагаем **существенными** признаками или свойствами процесса жизни, то мы всегда сможем найти их в самых различных проявлениях. Но мы заранее должны знать, что мы хотим найти.

Проведенное выше описание исторического процесса как процесса роста свободной энергии в распоряжении общества выражено в такой форме, что может вызвать затруднения в конкретном анализе. Для перехода к более привычным понятиям, таким как **потребность** или **возможность**, мы используем следующую формулу перехода. Представляется очевидным, что работа по подъему 1000 кг на высоту в 1 м в любой социально-экономической формации требует затраты энергии в 1000 кГм, Обозначим эту теоретически необходимую затрату энергии буквой A . В этом случае время T , которое необходимо для выполнения работы, определяется формулой:

$$A = T \times N \times \eta, \quad (1)$$

где A — теоретически необходимые затраты энергии,

T — время, необходимое для выполнения данной работы,

N — мощность, которой располагает в процессе работы работающий,

η — коэффициент полезного действия.

Эта запись является записью, которая хорошо понятна каждому инженеру и каждому физика. Но эта запись еще ни имеет никакого отношения к политической экономии. Хотя всякий труд и предполагает затрату энергии в той или иной форме, но не каждая затрата энергии в конкретной форме признается за труд. Для того чтобы конкретная затрата энергии была трудом, необходим акт признания **общественной полезности** сделанной работы. В условиях рынка это признание осуществляется наличием платежеспособного покупателя, который нуждается в результате этой работы, а в условиях социалистического общества этот процесс установления потребителя, который нуждается в результате данной работы, определяется **планом**.

Принимая во внимание, что наличие потребителя на результат работы превращает физическую работу в труд, изменим запись в формуле (1), используя **коэффициент связи с общественным производством** — ε , который равен единице, когда потребитель есть, и равен нулю, когда потребитель отсутствует. Будем иметь:

$$A = T \times N \times \eta \times \varepsilon, \quad (2)$$

где A — теоретически необходимые затраты энергии,
 T — время, необходимое для выполнения данной работы,
 N — мощность, которой располагает работающий,
 η — коэффициент полезного действия,
 ε — коэффициент связи с общественным производством.

Политическая экономия нас учит, что рост производительности труда имеет место тогда и только тогда, когда время на выполнение той же самой работы становится меньше. Найдем выражение для времени, которое необходимо на выполнение данной работы. Из (2) имеем:

$$T = A / (N \times \eta \times \varepsilon), \quad (3)$$

где все обозначения те же, что и формуле (2). Нетрудно видеть, что время на выполнение работы становится меньше тогда и только тогда, когда растет величина мощности, которая имеется в распоряжении работающего, когда растет коэффициент полезного действия и (очень важно) **сохраняется связь с общественным производством.**

Какое бы количество трудовых актов ни совершалось в единицу времени, мы всегда можем выразить скорость выпуска продукции суммой скоростей выполнения отдельных работ:

$$\sum_{i=1}^n \frac{A_i}{t} = \sum_{i=1}^n \dot{X}_i t = \sum_{i=1}^n N_i \times \eta_i \times \varepsilon_i, \quad (4)$$

где $\dot{X}_i t$ — скорость выпуска i -го продукта,
 $N_i(t)$ — мощность, потребляемая выпуском i -го продукта,
 $\eta_i(t)$ — коэффициент полезного действия,
 $\varepsilon_i(t)$ — коэффициент связи с общественным производством i -го продукта,

$$\sum_{i=1}^n \dot{X}_i t \quad \text{— суммарная скорость выпуска продукта по народному}$$

хозяйству в целом.

Очевидно, что полученная сумма представляет собою ни что иное, как скорость выпуска продукции по всему народному хозяйству. Если эту сумму разделить на общее количество работающих, то мы получим скорость выпуска продукции на одного работающего. Последнюю величину и принято называть **производительностью труда**. Изменение численного значения сомножителей правой части формулы (4) в сторону увеличения и будет ни чем иным как изменением **роста производительности труда**. Для конкретизации этого понятия и умения

его определять в конкретном анализе нам понадобятся некоторые новые понятия.

Рассмотрим такую сумму, которая составлена из всех мощностей по всей совокупности технологических процессов: эту сумму мы будем называть **потенциальной возможностью** системы общественного производства

$$S_1 = \sum_{i=1}^n N_i t, \quad (5)$$

где S_1 — потенциальная возможность общественного производства,
 $N_i(t)$ — мощность в i -м производственном процессе.

Рассмотрим еще одну сумму, которая составлена из произведений мощностей на соответствующий коэффициент полезного действия: эту сумму мы будем называть **инженерной, технической возможностью** системы общественного производства:

$$S_2 = \sum_{i=1}^n N_i t \times \eta_i t, \quad (6)$$

где S_2 — инженерная, техническая возможность общественного производства,

$N_i(t)$ — мощность в i -м производственном процессе,

$\eta_i(t)$ — коэффициент полезного действия в i -м производственном процессе.

Наконец, рассмотрим приведенную выше (4) сумму, характеризующую скорость выпуска продукции по всему народному хозяйству, точнее ту ее часть, которая обеспечена **потребителем**, — эта сумма будет впредь называться **экономической возможностью** системы общественного производства. Нетрудно видеть, что по отношению к отдельным предприятиям понятие экономической возможности соответствует **скорости реализации** выпускаемой продукции.

Таким образом, мы имеем **три вида** понятия «**возможность**»:

1. **потенциальная возможность**;
2. **инженерная** или **техническая возможность**;
3. **экономическая возможность**.

Численные значения этих возможностей образуют **отношения**, давая новые числовые соотношения. Так, например, отношение инженерной или технической возможности к потенциальной возможности

по народному хозяйству в целом может характеризовать обобщенный коэффициент полезного действия **всей применяемой техники** — $\tilde{\eta} t$.

Отношение инженерной или технической возможности к экономической возможности по народному хозяйству в целом может характеризовать обобщенный **коэффициент качества плана** — $\tilde{\varepsilon} t$.

Произведение потенциальной возможности на обобщенные коэффициенты полезного действия и качества плана снова соответствует **экономической возможности**. Таким образом, рост экономической возможности общества в целом возможен по **трем направлениям**:

1. Рост **потенциальной возможности** за счет роста величины потребляемых экономической системой энергоресурсов. Этот показатель уже с 1960 года широко используется в долгосрочных экономических прогнозах в мировой экономике, так как он не подвержен таким колебаниям, которым подвержен валютный курс. В силу названного обстоятельства экономические возможности стран и принято оценивать через величину суммарного энергопотребления, а не через валовый выпуск продукции в денежном выражении.

2. Рост **инженерной или технической возможности** за счет разработки и внедрения новых машин, механизмов, технологических процессов, которые на единицу потребляемой мощности дают больше полезной продукции, т.е. имеют более высокое значение обобщенного коэффициента полезного действия. Это направление связано с исследованиями и разработками в области новой техники.

3. Рост **экономической возможности** за счет роста обобщенного коэффициента **качества плана**, т.е. за счет совершенствования систем планирования и управления как отдельными предприятиями, так и всей системой общественного производства. Рост коэффициента качества плана осуществляется под влиянием развития **научных теорий**, из которых следуют рекомендации об изменении **систем управления**.

Нетрудно видеть, что настоящая статья, которая посвящена методологии системного подхода к проектированию систем управления, целиком относится к третьему направлению. С другой стороны, научной базой системной методологии не может быть набор рецептов, характерных для книги о здоровой и вкусной пище. Этой базой может служить только исторически материализм и теория научного коммунизма. Эти теории устанавливают наиболее общие закономерности

общественного развития, которые и предопределяют эффективность системной методологии. Известно, что объективным законом исторического развития общества является **закон роста производительности труда**. Но закон роста производительности труда есть закон роста **экономической возможности** всей системы общественного производства. Если мы измерим экономическую возможность системы общественного производства на начало 1973 года, измерим экономическую возможность на конец 1973 года, то мы получим исходные данные к вычислению абсолютной величины **роста** экономической возможности за год. Отношение абсолютной величины роста к средней величине экономической возможности в изучаемом интервале и даст нам **безразмерную** величину **доли прироста** за один год. Каждый, кто встречался с описанием экономических систем, сможет отождествить эту долю прироста с **темпом** роста валового выпуска продукции по данной социально-экономической формации.

Если мы за ряд лет будем вычислять темп роста экономической возможности, то можно обнаружить, что со временем может изменяться **темп роста** валового выпуска продукции. Интуитивно понятно, что возрастание темпа роста со временем характеризует **скорость роста производительности труда**. Очевидно, что, используя большее количество данных, можно ввести понятие, являющееся аналогом **ускорения**, являющееся аналогом **изменения ускорения** и т.д. Этот прием изучения любого явления природы известен как разложение переменной величины по степеням независимой переменной, роль которой играет **время**. Численное значение отличных от нуля коэффициентов в этом разложении по степеням **времени** — поддается отождествлению с **целями**, которые выставляют субъективно отдельные люди и организации. Здесь нужно отметить только одно очень важное положение: каждый отличный от нуля коэффициент этого разложения потребляет часть выпускаемого продукта, т.е. использует **часть экономической возможности общества**. Поскольку экономическая возможность общества в любой момент ограничена, это разложение имеет **конечное число** отличных от нуля членов.

Хотя приведенный способ описания может служить базой для построения системы математических моделей, полезно посмотреть, **что означает** математически получение такого описания. Скорость выпуска продукции представляет собою вектор-функцию примерно от миллиона компонентов. Разлагая эту вектор-функцию в ряд, мы получим последовательность K -матриц, где K — число направлений, по которым

располагаются компоненты матрицы. 1-матрица имеет 10^6 компонент, 2-матрица имеет $(10^6)^2$ или 10^{12} компонент, 3-матрица имеет $(10^6)^3$ или 10^{18} компонент и т.д. Приведенные оценки показывают, что продолжение этого ряда на 20-30 лет вперед, т.е. до 20-30 члена разложения, приводит к такому объему численных данных, которые далеко превосходят все мыслимые возможности ожидаемых за ближайшие 30 лет вычислительных машин.

Взгляд на полное математическое описание процесса социально-экономического развития может рассматриваться как **эталон**, с которым мы можем сравнивать предлагаемые сегодня математические описания социально-экономических систем; наличие этого **эталона** позволяет честному ученому видеть, как далеко отстоит предлагаемое им сегодня математическое описание от **полного описания**. Этот разрыв между **полным** и предлагаемым описанием и является основанием для столь решительного выделения **системы управления**, состоящей из людей и реализующих функции управления, от **автоматизации** вычислений, которые предполагают наличие **полных математических описаний**.

Мораль этого раздела состоит в том, что в разработке систем управления на **процесс исторического** (т.е. социально-экономического) **развития общества** очень опасно исходить из гипотезы, что мы **уже сами поняли** природу этого явления. Математическое описание всегда является демонстрацией достигнутого в данный момент **уровня понимания** описываемого процесса или явления.

Тем не менее, мы имеем **направляющий каркас понятий**, которые образованы **коэффициентами ряда** в разложении экономической возможности по степеням **времени**. Совокупность этих понятий **бесконечна**, а всякое описание **обрывает этот ряд на конечном числе членов**.

Этот направляющий каркас понятий дает нам уверенность только в одном, что объективный ход истории связан с **неубывающим ростом экономической возможности общества**. Этот вывод достаточен для анализа конкретных систем, если в этом анализе мы стараемся принять во внимание все аспекты проблемы, ориентируясь на рост экономической возможности общества, рассматривая роль и влияние изучаемой частной системы на рост экономической возможности общества в целом. Этот вывод достаточен, чтобы понять природу **критерия**, которым необходимо руководствоваться для согласования интересов цеха, завода, объединения, министерства и народного хозяйства в целом: этот **критерий** и измеряется **ростом экономической возможности общества**.

Рост экономической возможности общества в целом и денежное обращение

Известно, что в настоящее время для измерения роста экономической возможности общества в целом используется величина валового выпуска продукции в стоимостном или денежном выражении. Темп роста величины валового выпуска продукции в стоимостном выражении и характеризует темп роста экономической возможности общества. С другой стороны, наличие таких явлений как инфляция показывает, что величина валового выпуска в денежном выражении может возрастать, а фактический выпуск продукции может в это же самое время падать. Достаточно вспомнить процедуру фиксации перехода за рубеж валового выпуска в 1000 млрд. долларов в США. Кислая физиономия Р. Никсона не давала сомнений, что эта величина регистрировала больше **инфляцию** доллара, чем реальный рост выпуска продукции. Именно по этой причине и появился [такой] новый статистический показатель в мировой экономике как величина суммарного энергопотребления, которая не подвержена колебаниям, столь характерным для курса валют [5].

В условиях конкретного анализа имеющее место несоответствие между ростом экономической возможности общества, выражаемой через использование технической возможности предприятия и через **качество плана**, и ростом прибыли может происходить из ряда нерешенных экономических проблем, связанных с ценообразованием. Известно, что ценообразование в условиях общественной собственности на средства производства представляет собою одну из нерешенных проблем экономической науки. Тем не менее, проектирование автоматизированных систем управления ведется уже сегодня, и разработчики этих систем не могут ждать при описании проектных решений того дня, когда экономическая наука разрешит проблему ценообразования. Это приводит к необходимости в анализе реальной ситуации принимать во внимание не один, а **два критерия** качества проекта. Первый относится к фактическому анализу **потенциальной, технической и экономической возможности** в терминах использования физической величины мощности, а второй — в терминах **денежного обращения**, основанный на действующей системе цен. Это противоречие, имеющее место в реальной действительности, и порождает особый вид **решений**, когда денежной оценкой принято пренебрегать. Для иллюстрации этого вида решений достаточно сослаться на «сезонное» использование рабочих, инженеров, студентов и др. групп населения в

работах по уборке и сохранению выращенного урожая. Никакое оптимальное машинное решение вопроса о «нецелесообразности» такого использования людей не соответствует реальной действительности. Такие методы решения проблем известны как политические, которые имеют большую силу, чем любой вид счета в денежном выражении. Их наличие и связано с имеющимся несоответствием действующей системы цен действительному росту экономической возможности общества в целом. Можно обнаружить существование таких политических решений на всех уровнях управления народным хозяйством. Собственно говоря, этот вид решений всегда был и всегда будет существовать, ибо он играет корректирующую роль в неполноте математического описания исторического процесса развития общества.

Мы обратили внимание читателя на этот факт только потому, что энтузиасты математических моделей иногда становятся в тупик в ситуациях, когда вычисленная экономическая эффективность в системе действующих цен характеризует один вид оптимального решения, а руководитель соответствующего уровня отвергает результат расчета. Появляется тенденция «навязывания» решений из весьма ограниченной модели, когда реальная ситуация, принимаемая во внимание руководителем, использует **условия**, которые не фигурировали в **условиях решенной задачи**. Знание этих фактов и привело к принятию решения об использовании **системного анализа, системного подхода** в подготовке ответственных решений, которые лежат за рамками известных экономико-математических моделей. Имеющая место неопределенность и формирует методы оценки **риска** в принятии тех или иных решений.

Приведенное выше описание реальной ситуации показывает, что методология системного анализа опирается на более **широкую научную базу**, чем вычислительные методы, построенные на гипотезе «правильных цен». Для установления соответствия между анализом потенциальной, технической и экономической возможности в терминах **измеряемых величин** и анализом эффективности в стоимостном выражении (или, другими словами, в денежном выражении) мы должны обратиться к анализу **природы стоимости**. В рамках трудовой теории стоимости, блестящий анализ которой был проведен К. Марксом, единицей изменения стоимости может служить **любой вид товара** — золото, серебро, платина, мешки зерна, быки, нефть и... киловатт-час электроэнергии. Доминирующее значение в ведении той или иной меры имеет **универсальный характер** некоторого товара как меры, его неизменность во времени. Интересно отметить, что с возникновением

службы **стандартов** появилась служба **сохранения мер**. Хранит ли служба стандартов меру стоимости, и можно ли поручить службе стандартов хранение такой меры? От ответа на этот вопрос существенно зависит позиция исследователя при анализе любой конкретной ситуации. Если такой меры нет, то словосочетание «самовозрастающая стоимость» может рассматриваться как эмоциональная характеристика роста чего-то, что на самом деле расти не может, ибо рост неизмеряемой вещи нельзя зарегистрировать. С другой стороны, **рост экономической возможности общества**, измеряемый в терминах физических величин, на самом деле имеет место. Может быть, именно «самовозрастающий» характер и носит сама **экономическая возможность общества**? Если это так, то для общества в целом мы можем понять **природу роста стоимости**. Рассмотрим отрицание этого утверждения: имеет место рост выпуска продукции в стоимостном выражении, а измеряемая величина скорости выпуска продукции уменьшается. Можно ли в этом случае говорить о росте объема производства? Понятно, что в данном случае идет речь о развитии инфляционных явлений. Можно сделать обратное заключение: если установлено взаимно-однозначное соответствие между измеряемой экономической возможностью и денежным обращением, то рост объема производства в денежном выражении оказывается однозначно свидетельствующим о росте скорости выпуска продукции, обеспеченной потребителем.

Исходя из того, что это положение рано или поздно будет достигнуто, мы можем в проведении системного подхода исходить из понятий **измеряемых возможностей**, а в качестве второй характеристики иметь параллельный анализ этой же ситуации в денежном выражении. При существенном расхождении между тем и другим способом оценки можно ставить вопрос о выборе или экономического (ориентированного на денежную оценку) или политического (ориентированного на рост экономической возможности общества) решения.

В естественных науках, когда отсутствует точное математическое описание, и исследователь находится на стадии записи **уравнений**, которые описывают изучаемое явление, используется **единственный способ проверки** правильности составления уравнений: этот способ известен как **анализ размерностей**. Нам не приходилось встречать работ, которые используют этот широко известный способ контроля за правильностью математического описания любых явлений природы, в работах по экономико-математическим методам. Его суть состоит в том, что в правильном математическом описании **можно суммировать** только

величины, которые имеют одну и ту же **размерность**. Этому требованию с **необходимостью** должны удовлетворять математические описания. Это требование не является **достаточным**, ибо, имея возможность складывать площади или объемы, исследователь должен быть убежден, что полученная сумма имеет **смысл**. Анализ размерностей не противоречит суммирование площади, занятой в нашей стране под кукурузу, с площадью поверхности Солнца, но имеет ли полученная сумма какой-нибудь смысл? Другое дело, когда мы суммируем площади под всеми сельскохозяйственными культурами и получаем величину используемой посевной площади. В рамках этой суммы разумно обсуждать вопрос о **доле** этой площади, которую мы используем под кукурузу.

Возвращаясь к понятию стоимости, подвергнем это понятие **анализу размерностей**. Известный польский экономист О. Ланге в свое время писал, что в экономике часто путают **потоки** и **запасы**. Это замечание является правдой, но далеко не всей правдой. На самом деле имеет место смешение не двух, а гораздо большего числа **понятий**. Сколько же понятий связано с термином «стоимость»?

Для начала мы рассмотрим те понятия, которые связаны в высказываниями О. Ланге. Рассмотрим понятие «сокровище» и понятие «капитал». В первом случае мы имеем нечто, что лежит без движения, но эта сущность имеет стоимость. Во втором случае мы имеем дело с «движением» денег в производстве товара. Размер сокровища может быть измерен денежной единицей непосредственно: X рублей или Y долларов. Деньги, которые находятся в движении, должны включать понятие «**время**», т.е., денежный поток имеет размерность некоторой денежной величины, которая «проходит» или «переходит» из одних рук в другие руки в единицу времени. Разницу между этими двумя понятиями можно проиллюстрировать на очень простом примере. Допустим, что **расстояние** между городами A и B равно 50 километров. По дороге между этими или другими городами движется автомобиль со **скоростью** 100 километров в час. Хотя в понятие **скорости** и входит величина **расстояния**, проходимого автомобилем за один час, тем не менее, очевидно, что понятия **скорости** и **расстояния** — есть два различных понятия.

Подобным образом понятие «**деньги**» и понятие «**скорость движения денег**» являются различными понятиями, требующими, как это принято делать в физике, различных **терминов**.

Однако понятие «**скорость**» не является единственным возможным понятием, куда входит термин «расстояние». Можно говорить об

изменении скорости за единицу времени, и физика предлагает для этого новый термин — **ускорение**. Можно говорить об изменении ускорения в единицу времени и т.д. Все приведенные выше физические понятия различаются своими формулами размерности. Если размерность расстояния принято записывать в виде $[L^1T^0]$, то размерность скорости имеет вид $[L^1T^{-1}]$, а размерность ускорения имеет вид $[L^1T^{-2}]$. Высшие производные имеют более высокие показатели отрицательной степени при символе времени.

Если понятие «сокровище» имеет ту же размерность, что и деньги, т.е. можно записать формулой размерности $[D^1T^0]$, то скорость движения денег будет иметь формулу размерности $[D^1T^{-1}]$, а изменение скорости движения денег — $[D^1T^{-2}]$. Все три приведенных понятия существенно **различны** — их **нельзя суммировать**, как нельзя суммировать величины расстояния, скорости и ускорения. Путаница, о которой писал О. Ланге, состояла в том, что, пользуясь термином «деньги», некоторые экономисты пытались **суммировать** деньги и величину, которая имеет размерность «деньги/единица времени».

Размерность понятия «деньги» можно обнаружить в простом примере: каждый из нас платит деньги за киловатт-час. Очевидно, что размерность киловатт-часа и денег одна и та же. Однако, если мы будем рассматривать понятие «**киловатт**», то, следуя за формулами анализа размерностей, мы должны приписывать ему размерность **скорости движения денег**. Физическая размерность величины энергии известна, и ее размерность можно отождествить с размерностью денег в экономике (в смысле **сокровища**). Денежный поток в этом случае имеет ту же размерность, что и размерность **мощности**.

«Капитал» — как «самовозрастающий денежный поток» — точно так же получает свое значение как «самовозрастающая мощность». Рост мощности в системе общественного производства мы уже рассматривали, как процесс роста экономической возможности общества.

Проведенное рассмотрение по необходимости является кратким: оно достаточно для каждого инженера и каждого физика. Оно может показаться недостаточным для некоторых экономистов, но это не их вина, а их беда, ибо в системе экономического образования принято считать, что знание физики является необязательным для решения практических задач экономики. Можно думать, что это положение со временем будет исправлено, и экономисты будут знать, что общество в своем развитии не может нарушать законов физики или законов природы. Еще меньше готовность к восприятию написанного у специалиста в области финансов.

Хотя это опровергается реальным поведением некоторых финансистов, которые ясно отождествляют такие понятия как **нефть** и **деньги**.

Заканчивая настоящий раздел статьи, мы хотели [бы] обратить внимание на связь между **реальным** ростом экономической возможности общества в целом и той ролью, которую в этом процессе играет или должна играть система денежного обращения. Для специалиста по системному анализу очень важно отличать **сущность** явления от его **видимости**, которая демонстрируется на уровне денежного обращения.

Анализ систем как анализ процессов

Имеется очень большое число книг, в которых понятие «система» определяется через элементы и связи между ними. Имеется очень небольшое число книг, где система определяется как **то, что необходимо для протекания процесса**. Имеются многочисленные исследования по вопросу о правильном определении термина «**система**». Мы не будем вдаваться в эти дискуссии, так как практика проведения анализа конкретных систем показывает работоспособность процессного описания.

Нам потребуется термин, который характеризует **изменение**, являющееся следствием **процесса**. Таким термином мы предлагаем считать термин «**транспортировка**». Естественно, что это новое применение термина, и необходима привычка в отождествлении данного термина с реальной действительностью. Допустим, мы имеем дело с системой складского хозяйства. Мы видим систему складов, помещения, охрану и прочие вещи. Система хранения вещей на складе должна быть определена как все то, что необходимо для протекания **процесса**. Мы будем говорить, что система складского хозяйства **транспортирует во времени** то, что находится на складе. Допустим, что мы имеем дело с системой железнодорожного транспорта. Эта система **транспортирует** грузы **в пространстве**. Допустим, что мы имеем дело с информационной системой. Эта система **транспортирует информацию** как **во времени** (хранение информации), так и **в пространстве**. Подобным образом можно говорить о транспортировке электрической **мощности** системой электроснабжения. Наблюдая различные системы и выясняя в каждом конкретном случае, **что** является объектом **транспортировки**, осуществляется ли транспортировка **во времени** или **в пространстве**, мы вырабатываем привычку видеть в **любой системе** — **систему транспортировки**. Основным процессом в любой системе является **процесс транспортировки**. Одна система от другой может отличаться либо объектом, который она транспортирует, либо направлением

транспортировки (во времени и/или в пространстве), либо **объемом** транспортируемой величины.

Любая величина, которая образует предмет или объект транспортировки, характеризует один из сомножителей выражения «**поток**», который измеряется произведением **величины** на **скорость**. Так, например, совокупность систем транспортировки **грузов**, т.е. физической величины, измеряемой **весом** груза, в реальной жизни представлена железнодорожным, автодорожным, речным, морским, авиационным, трубопроводным транспортом. Грузооборот, который осуществляется этими видами транспорта, обычно измеряется в тоннокилометрах за год. Если вычислять часовой грузооборот, то мы и переходим к величине транспортного **потока**.

Как только совокупность технических средств превратилась в систему транспортировки грузов, мы сразу получаем в руки **величину**, которая *(текст обрывается)*.

ди Бартини Р.О., Кузнецов П.Г.

*О коэффициенте полезного действия в системах транспортировки*²⁵

Введение

В последнее время наметилась ясно выраженная тенденция использования естественнонаучных дисциплин для решения ряда технических, технико-экономических и даже технико-социальных проблем (инженерная психология, социальные последствия автоматизации и т.д.). В настоящей работе будут рассмотрены некоторые проблемы инженерно-физической оценки систем транспортировки грузов, энергии и информации. Нет никакого сомнения, что настоящая работа не может решить всех проблем, связанных с **развитием** систем транспортировки, но она может наметить некоторые подходы к решению этих проблем.

Новый подход к решению проблемы о коэффициенте полезного действия в системах транспортировки оказался возможным за счет расширения круга инженерно-физических понятий, доступных прямому измерению и пригодных для точной оценки технических транспортных средств (самолетов, автомобилей, судов, ракет и т.п.). Этот подход опирается на понятие **измеряемой физической величины**.

Словосочетание «коэффициент полезного действия» было использовано только в силу установившейся традиции: оно содержит указание на «действие», которое является точно определенной физической величиной, но не имеет никакого отношения к самой физической величине «действие».

По этой причине для сохранения за физическими величинами их действительных наименований, название настоящей работы следует читать «о коэффициенте трансформации» в системах транспортировки. Объектом транспортировки может быть любая физическая измеряемая величина. Результатом транспортировки является та же самая физическая величина, но имеющая другие пространственно-временные координаты. Отношение физической величины до транспортировки к той же самой физической величине **после** транспортировки представляет собою **безразмерную величину**, которая может быть либо **больше** единицы, либо **меньше** единицы.

²⁵ Текст публикуется согласно машинописному документу, датированному 1974 г. Публикуется впервые.

Понятие «**коэффициент трансформации**» является понятием, которое легко ассоциируется с **тензором преобразования**, и имеет соответствующую физико-математическую природу. С другой стороны, **инварианты** преобразований физических величин обеспечивают анализ и преобразование различных транспортных систем без нарушения законов сохранения, т.е. обеспечивают связь инженерно-физического анализа с физической реализуемостью систем. Простейшим примером такой трансформации можно считать обычный электрический трансформатор, который транспортирует электрическую мощность с первичной обмотки во вторичную, но часть мощности рассеивается в виде тепла. Можно заметить, что входная мощность трансформатора равна выходной мощности, если мощность выхода рассматривать как сумму мощности вторичной обмотки и мощности тепловых потерь. Отношение **полезной** мощности во вторичной обмотке к **полной** мощности первичной обмотки представляет собою величину, которая меньше единицы и которая характеризует (в некотором смысле) качество трансформатора. В качестве примера трансформатора, имеющего коэффициент трансформации больше единицы, можно рассмотреть автоматизированную тепловую электростанцию, которая часть мощности расходует на полностью автоматизированную добычу и транспортировку топлива для питания самой себя. Допустим, что номинальная мощность такой электростанции 1 млн. кВт. 300000 кВт наша тепловая станция расходует на автоматизированную добычу и транспортировку топлива. Остающиеся 700000 кВт представляют собою «свободную мощность». Рассматривая выходную мощность такой станции как «вторичную обмотку», а ответвление в 300000 кВт как мощность в «первичной обмотке», мы можем получить «**коэффициент трансформации**», равный 3,3, т.е. больше единицы. Особое значение приобретает термин «**полезная**» мощность. Сам по себе этот термин ничего не означает, если не вводится понятие **общественное производство**. Понятие «полезность» относится к системе общественного производства, которое, как показывают эмпирические данные, характеризуется ростом физической мощности на душу населения. Однако рост мощности на душу населения представляет собою другое название для экономической категории «**рост производительности труда**».

Приведенный нами пример с обобщенным коэффициентом трансформации, который больше единицы, и характеризует всю совокупность транспортных систем. Всякая система транспортировки сопровождается диссипативными процессами. Если бы диссипативные

процессы в системах транспортировки **преобладали**, то «коэффициент полезного действия» был бы на самом деле «коэффициентом бесполезного действия», а все развитые виды технических систем — дармоедами на шее общественного производства. Исключительность созданных человеком технических систем транспортировки и состоит в том, что при замыкании соответствующего «кольца» или «петли обратной связи» обнаруживается, что связь общественного производства с природой является **положительной**, т.е. **усиливающей** общий поток мощности, циркулирующий в системе общественного производства. Совершенно естественно, что «коэффициенты трансформации» (являющиеся одновременно и «коэффициентами усиления» по мощности) имеют различное значение в различных петлях обратной связи. Как только коэффициент трансформации становится ниже некоторого предела, то мы говорим о «моральном старении» данной совокупности технических средств.

Настоящее введение не преследует цель дать исчерпывающее изложение всех проблем эффективности общественного производства — эта работа должна быть запланирована и реализована в рамках более широкой комплексной научной программы, — оно лишь преследует цель связать инженерно-физические и экономические характеристики систем транспортировки физических величин.

Было бы наивным со стороны авторов предполагать, что развитая ими теория измеряемых физических величин и физических законов как инвариантов физических величин является широко известной.

В силу названного обстоятельства наша первая часть работы будет посвящена теории физических измеряемых величин и обсуждению физических законов как инвариантов этих физических величин. После этого явится очевидным вывод авторов о том, что различные системы транспортировки образуют **группы преобразований**, отличающиеся друг от друга природой **инвариантов**. Количество коэффициентов трансформации точно равно числу этих групп. Различные инженерные решения систем транспортировки физических величин могут рассматриваться как **варианты**, объединяемые общим **инвариантом**. Более того, сами технические параметры могут рассматриваться как «проекции» этого инварианта в ту или иную «координатную систему». В нашей другой работе будет показано, что созданный Г. Кроном и развитый японской ассоциацией «тензорный анализ сетей», является весьма подходящим аналитическим инструментом как анализа, так и синтеза систем транспортировки физических величин.

Кинематическая система физических величин, физические законы и техническая реализуемость систем транспортировки

Всякий замысел нового технического средства, когда он появляется в сознании конструктора, представляет собою идею технического средства, которого **еще нет в природе**, но которое **может быть** реализовано в материальной конструкции. Однако не каждой идее соответствует инженерная конструкция, которая может быть воплощена в материализованную форму. В силу названного обстоятельства мышление конструктора всегда вынуждено рассматривать **ограничения** на реализацию идеи в виде тех или иных **физических законов**. Эти ограничения имеют вид операции сравнения идеи или замысла с физическими законами, т.е. сводятся к проверке суждения: не противоречит ли данный замысел физическим законами или, другими словами, законам природы. Поскольку проектирование летательных аппаратов связано с использованием летного состава, то конструктор должен принимать во внимание и характеристики **человека**, который будет летать на конструируемом аппарате. В этом смысле идея новой конструкции не должна входить в противоречие и с законами физиологии, психологии в т.п., т.е. не должна противоречить законам природы в широком смысле этого слова.

С другой стороны, к каждому новому техническому средству предъявляются также и **экономические** требования, т.е. реализация замысла не должна находиться в противоречии и с известными **экономическими законами**. Реализация последнего требования выступает в обыденной жизни как экономическая целесообразность разработки данной идеи, т.е. экономическая целесообразность вложения денежных средств в то или иное направление развития систем транспортировки.

В соответствии с описанным выше является весьма желательным иметь в распоряжении конструктора некоторый список физических законов или законов природы, с которым и можно выполнять операцию сравнения замысла. После проверки замысла на отсутствие противоречий со всеми законами указанного списка конструктор будет иметь возможность доказать целесообразность разработки той или иной идеи.

Отсутствие такого списка физических законов создает значительные трудности при проектировании технических систем и заменяется эмпирическими указаниями по проектированию систем. Эти указания приобретают все более и более ясные очертания в литературе по системному анализу, системотехнике, исследованию операций,

кибернетике и т.п., богатый набор названий которых является лишним доказательством актуальности рассматриваемого вопроса. Авторы настоящей работы, опираясь на результаты указанных дисциплин, сформулировали свое отношение к проблеме следующим образом: можно ли перечислить все физические величины, которые могут быть **объектами** транспортировки? Если это возможно, то **как именно** должен выглядеть список этих объектов?

Оказалось, что ответ на оба поставленных вопроса существует и имеет следующий вид:

Все физические величины, доступные измерению, могут быть представлены в кинематической системе единиц (в терминах «длины» и «времени») целочисленными (положительными и отрицательными) степенями от длины и времени.

Таким образом, мы получаем полную систему физических величин, представляемую таблицей №1²⁶.

Анализ кинематической системы физических величин показывает, что [она] предопределяет **словарь** для всех возможных физических теорий. Законы же физики, формулируемые в виде утверждений об инвариантности физических величин, представляют собою утверждения об инвариантности значений **слов** из словаря, даваемого таблицей №1.

Таким образом, желание конструктора иметь в своем распоряжении список физических законов, с которым можно сравнивать замысел новой технической системы, может быть вполне удовлетворено приведенной таблицей.

Каждая физическая величина, которая занимает ту или иную клетку таблицы, может быть объектом транспортировки. Этот факт и позволяет создать **классификатор** технических транспортных средств, опирающийся не на субъективное мнение того или иного конструктора, а на объективные физические величины.

Так, например, в современном понимании транспортных систем обычно имеют в виду **вес** транспортируемого груза, т.е. величину $[L^4T^{-4}]$. Коэффициент трансформации в этом случае должен был бы быть определен как отношение веса груза **после** выполнения операции транспортировки к весу этого же груза **до** выполнения операции транспортировки. Не представляет никакого сомнения, что это отношение имеет смысл. Оно

²⁶ Поскольку исходный машинописный документ не содержит указанную таблицу, *LT*-система приводится в редакции статьи «О множественности геометрий и множественности физик» 1979 г. (см. второй том «Науки развития Жизни», с. 255-266). — *прим. сост. Е.Б. Попова.*

будет выражать такое понятие как **доля потерь** груза при транспортировке (при использовании разницы между единицей и полученной величиной отношения). Такое понятие как доля потерь в весе груза имеет весьма большое значение при **транспортировке во времени**, которую в обыденной жизни принято называть **хранением**. Совокупность технических средств, которые ориентированы на **уменьшение** этих потерь веса груза при транспортировке во времени, образует класс транспортных систем. Инвариантом в этой системе является **вес** груза, который на выходе системы образует (как и во вторичной обмотке трансформатора) **полезный** выход сохраненного груза и бесполезный выход, т.е. **потери**. Сумма полезного выхода и потерь очевидно равна весу исходного груза. Коэффициент трансформации в этой системе имеет ясный и недвусмысленный вид.

Совсем с другим классом систем мы имеем дело, если транспортируемый груз до операции транспортировки имел одни пространственные координаты и имеет другие пространственно-временные координаты после выполнения операции транспортировки. В этом случае нас может интересовать новая физическая величина, которая образуется из двух физических понятий: из **веса** транспортируемых грузов и **скорости** их доставки к месту назначения. Произведение этих величин представляет собою **мощность** транспортной системы. Совершенно очевидно, что должен существовать новый инвариант — **мощность**, которая используется для выполнения этой операции. Однако, как и в предыдущем случае, не вся мощность, потребляемая техническими средствами, превращается в физическое произведение веса груза на скорость его доставки. Поскольку мы имеем дело с реономными связями, то эта система, в общем, является неголономной: часть используемой мощности рассеивается в виде тепла. Однако сумма рассеиваемой мощности и полезной мощности транспортируемых грузов равна величине потребляемой мощности. Коэффициент трансформации опять имеет ясный и прозрачный вид. Техническое решение, позволяющее изменить это соотношение между полезной и бесполезной компонентой, может рассматриваться как новый оператор той же группы преобразований, как новая «проекция тензора преобразования» в частную систему координат новой технической реализации.

Если произведение **веса** груза на физическую **скорость** его транспортировки образует понятие **мощность**, то произведение **мощности** на физическую **скорость** ее транспортировки образует новое

Таблица №1. Кинематическая система физических величин ди Бартини

$T^k \backslash L^l$		L^{-3}	L^{-2}	L^{-1}	L^0	L^1
T^{-6}	-9					
T^{-5}	-8					
T^{-4}	-7					Изменение плотности тока
T^{-3}	-6				Изменение углового ускорения	Плотность потока
T^{-2}	-5			Изменение объемной плотности	Массовая плотность. Угловое ускорение	Ускорение
T^{-1}	-4		$L^{-2}T^{-1}$	Объемная плотность электрическая	Частота	Скорость
T^0	-3	$L^{-3}T^0$	$L^{-2}T^0$	Изменение проводимости	Безразмерные константы	Длина. Емкость самоиндукция
T^1	-2	$L^{-3}T^1$	Изменение магнитной проницаемости	Проводимость	Период	Длительность расстояния
T^2	-1	$L^{-3}T^2$	Магнитная проницаемость	$L^{-1}T^2$	Поверхность времени	L^1T^2
T^3		$L^{-3}T^3$	$L^{-2}T^3$	$L^{-1}T^3$	Объем времени	
T^k	0		1	2	3	4

Таблица №1 (окончание)

L^3	L^2	L^4	L^5	L^6	L^7
	L^3T^{-6}	L^4T^{-6}	Изменение мощности	Скорость передачи мощности	0
Изменение давления	Поверхностная мощность	Скорость изменения силы	Мощность	Скорость передачи энергии	1
Давление	Угловое ускорение массы	Сила	Момент силы. Энергия	Скорость передачи действия	2
Напряженность ЭМ поля. Градиент	Ток. Массовый расход	Скорость смещения заряда. Импульс	Момент количества движения. Действие	Момент действия	3
Разность потенциалов	Масса. Колич. магнетизма. Колич. элект.	Магнитный момент	Момент инерции		4
Обильность 2-мерная	Расход объемный	Скорость смещения объема			5
Поверхность	Объем пространственный				6
L^3T^4					7
					8
					9
5	6	7	8	9	D^n

Главная размерная последовательность $D^n = t^3$

ДимENSIONАЛЬНЫЙ ОБЪЕМ

$D^n = L^i T^k \quad (n = i + k)$

физическое понятие, которые мы назвали **мобильностью**. Это физическая величина, которая имеет размерность $[L^6 T^{-6}]$. Представим себе подъемный кран с определенной величиной мощности. Если он стоит на месте и совершает работу подъема грузов, то его мощность имеет определенное значение. Может случиться, что кран находится в одном месте, а его нужно использовать для подъема груза в другом месте. Он может начать работу в новом месте только тогда, когда будет туда доставлен. Хотя объектом транспортировки в данном случае является кран, имеющий определенный вес, нас интересует не сама скорость транспортировки этого веса, а скорость доставки его как источника мощности. Можно иметь много технических решений, приводящих к созданию кранов различных конструкций, но они будут образовывать (при одной и той же величине мощности) разные транспортные системы по транспортировке **мобильности**. Величина **мобильности** характеризует, в частности, электроэнергосистемы, ибо объектом транспортировки электроэнергосистем является величина **мобильности** (т.е. скорость доставки мощности, а не энергии), ибо источником мощности может быть электростанция, которая транспортирует свою мощность на тысячи километров. Огневая мощь войсковой части, умноженная на скорость доставки этой части к месту ведения боя, фактически и явилась прообразом понятия **мобильность**.

Приведенные иллюстрации физических величин, доступных измерению, служат только одной цели: уточнению нашего понимания коэффициента трансформации. Коэффициентов трансформации ровно столько, сколько существует физических величин в кинематической системе. Заметное расширение списка измеряемых физических величин позволяет существенно уточнить инженерную терминологию, позволяет сократить количество «жаргонных» выражений, порожденных ультраспециализацией современного инженера.

Вероятно, нужно сказать несколько слов о таком модном понятии как **информация**. Это понятие также является объектом транспортировки. Мы можем говорить о «хранении» и «транспортировке» информации, говорим о преобразовании информации в системах обработки данных. Операциональное определение информации наталкивается на непреодолимые трудности, особенно тогда, когда речь идет о «ценности» или «качестве» информации. Нетрудно видеть, что всякая транспортировка любой физической величины не остается стационарной, т.е. в рамках одной и той же транспортной системы физические величины транспортируются в различных направлениях.

Изменение распределения потоков во всех транспортных системах осуществляется под влиянием приходящей информации. Таким образом, информационное обеспечение транспортных систем представляет собою транспортную операцию, которая транспортирует **изменения** распределения, а, следовательно, может рассматриваться как транспортировка **изменений** распределений физической величины подлежащей транспортной системы. Очевидно, может существовать и еще одна производная от будущих изменений транспортной системы, которая будет работать с «сигналами сигналов». Одним из примеров такой сигнальной информационной системы является пример с денежными знаками, которые и были порождены предшествующим опытом исторического развития для управления транспортными системами в общественном производстве в условиях частной собственности на средства производства. Их информационная роль особенно очевидна, если рассматривать нумизматические коллекции — хотя на «керенках» и стоит цифра 40 рублей, тем не менее, все понимают, что никаких рублей эта бумажка не представляет. Поистине ситуация зоопарка: «Когда на клетке с верблюдом видишь надпись *слон*, то не верь глазам своим».

Поскольку реализуемость замысла конструктора связана с экономическими соображениями, то весьма желательно отождествить экономические понятия с физическими величинами. Для этого отождествления мы можем воспользоваться анализом размерностей как приемом, который используется в каждой новой области исследования.

Фундаментальным понятием экономики является понятие **стоимость**.

С другой стороны, кроме понятия «стоимость» есть еще другие экономические понятия, которые характеризуют **рост стоимости** в единицу времени, а также дают интегральное значение от понятия «стоимость» по времени. Если нам удастся установить **физическую размерность** понятия «стоимость», то размерность всех остальных величин можно будет установить без особого труда.

Анализ развернутой формы стоимости, выполненный К. Марксом в «Капитале», показывает, что измерителем стоимости может служить любой товар. Стоимость можно измерять в мешках зерна, в парах сапог, в головах быков, унциях золота, киловатт-часах и т.д. В приведенном списке товаров, каждый из которых может быть измерителем стоимости, нами упомянут киловатт-час. Но киловатт-час представляет собою физическую величину **энергии**, т.е. клетку кинематической системы

физических величин. Может быть, физическая величина с размерностью энергии действительно представляет собою экономическое понятие **стоимость**?

Эта гипотеза довольно близка к истине, но, оказывается, она неверна. В экономических системах различают **запасы** и **потоки**, и, по меткому замечанию О. Ланге, путаница в экономических понятиях возникает от смешения этих понятий. Величина, имеющая размерность энергии, называется в экономике термином **сокровище** и представляет собою интеграл по времени от понятия **стоимость**, а сама стоимость имеет размерность другой величины — **мощности**. При использовании физических величин мы никогда не можем спутать понятие энергии с понятием мощности. Выражая эти понятия в виде **денег**, мы обнаруживаем, что если просто деньги (например, один рубль = X киловатт-часов) означают величину энергии, то деньги в единицу времени или поток денег во времени — соответствуют понятию «мощность». Понятие **капитал** отличается от понятия **сокровище** именно тем, что размерность сокровища — энергия, а размерность капитала — мощность. Определение капитала как «самовозрастающей стоимости», данное К. Марксом, теперь трансформируется в понятие «самовозрастающей мощности».

Теперь, учитывая отмеченные выше связи между стоимостью и мощностью, можно найти размерность экономического понятия **прибыль**. По определению прибыль есть темп роста стоимости, т.е. величина изменения денежного потока в единицу времени. Это же самое понятие в размерных физических величинах теперь означает **темп роста мощности**, т.е. является размерной физической величиной $[L^5T^{-6}]$, выражаемой кВт/сек. Тенденция к сохранению нормы прибыли в экономических системах может рассматриваться как тенденция к **инвариантности** физической величины, имеющей размерность $[L^5T^{-6}]$. Изменение нормы прибыли в сторону ее увеличения, т.е. извлечение «сверхприбыли» за счет новой техники, может рассматриваться как тенденция к положительному значению следующей производной от мощности по времени, т.е. как положительное значение величины $[L^5T^{-7}]$.

Приведенные выше связи между различными физическими величинами, которые играют важную роль в экономических исследованиях, могут быть приведены к виду, который весьма удобен для анализа систем транспортировки.

Проведенное выше рассмотрение позволяет уточнить понятие «системы транспортировки». Под системой транспортировки можно

понимать систему транспортировки грузов (рассматривая перевозки людей как особый вид груза). Примерами таких систем будут: авиационный транспорт, речной, морской, железнодорожный, автомобильный, трубопроводный и другие виды транспорта. Под системой транспортировки можно понимать систему транспортировки мощности: электроэнергетические системы, тепловые сети, системы транспортировки мощности в станках и механизмах и т.д. Каждая такая система может быть охарактеризована некоторым **объемом**, представляющим произведение **трех** величин:

1. количества транспортируемой величины (мгновенного);
2. скорости транспортировки;
3. физического времени работы системы.

Наглядная иллюстрация **объема** транспортной системы приведена на рис. №1²⁷.

Представление об **объеме** транспортной системы, который показывает **фактическую** величину транспортировки, невольно порождает представление о величине **теоретического объема** той же транспортной системы. Представление о теоретическом объеме транспортной системы было введено в технике связи как представление о потенциально допустимой скорости передачи сообщений. Известно, что много лет спустя после введения этих теоретических понятий была создана инженерная дисциплина о технике эффективной передачи сообщений — мы имеем в виду теорию информации. В теории информации вводятся понятия объем канала и объем сигнала, согласование которых и обеспечивает эффективную передачу сообщений.

Объем транспортной системы позволяет легко обнаружить недостатки измерения перевозок через тонно-километры. Например, одна тонна груза может быть доставлена на расстояние в 10000 км за 1000 часов, а в другом случае за один час. По количеству тонно-километров эти результаты будут эквивалентны, а по объему транспортной системы они будут различаться в 1000 раз. Для устранения этого недостатка принятого измерителя мы и предлагаем ввести понятие **«часовой объем транспортной системы»**.

Часовой объем транспортной системы

Первый путь получения часового объема транспортной системы может быть назван феноменологическим, т.е. получение объема транспортной системы при максимальном физическом использовании

²⁷ Исходный машинописный документ не содержит иллюстраций. — *прим. сост. Е.Б. Попова.*

всех транспортных мощностей. Так, например, для морского флота это означает, что весь наличный тоннаж флота полностью использован (загружен балластом), а все судовые двигатели развивают полную мощность. Определяется допустимый объем транспортировки груза за один час. Для трубопроводного транспорта определяется максимальная пропускная способность при максимальном заполнении трубопроводов и максимальной нагрузке на насосных станциях.

Совершенно очевидно, что названные величины существуют и могут быть названы **инженерно-физической** верхней гранью объема транспортной системы. Фактический среднечасовой объем транспортной системы во всех случаях будет меньше предельной величины. Отношение фактического среднечасового объема транспортной системы к инженерно-физической верхней грани объема и может быть названо коэффициентом использования технических средств. Разница между этими двумя объемами может быть названа **дефектом** объема транспортной системы.

Принимая во внимание, что с течением времени объем перевозок не уменьшается, можно говорить о **двух** направлениях развития транспортных систем: развитие за счет роста инженерно-физического объема и развитие за счет ликвидации дефекта объема, т.е. по линии повышения коэффициента использования технических средств. Тем не менее, на основании введенных выше понятий, мы можем четко фиксировать наши **цели**: рост **фактического** объема транспортных систем.

Понятие «фактический (часовой) объем» транспортной системы позволяет выделить некоторое **идеальное** (математическое) понятие. Это понятие обладает **качественной** определенностью с одной стороны и **количественной** определенностью — с другой стороны. Выделим это фундаментальное понятие в качестве **инварианта** технических транспортных систем. В этом случае две транспортные системы считаются **эквивалентными** в том и только в том случае, если фактические часовые объемы этих систем равны друг другу. Величина фактического объема транспортной системы является физической величиной, имеющей размерность **мощности**. Это дает нам основание говорить, что неперенным условием **существования** транспортной системы является потребление мощности. С другой стороны, очевидно, что часть подводимой к транспортной системе мощности рассеивается бесполезно, а другая ее часть и образует фактический объем, можно полагать, что при одном и том же фактическом объеме **различные**

транспортные системы будут потреблять **различную** входную мощность. Таким образом, мы подходим к определению еще одного **фундаментального понятия** — понятия **полной величины мощности**, потребляемой на заданную величину фактического объема транспортной системы. Этот поток энергии или мощность имеет самые различные формы проявления. Однако этот поток **существует**. Назовем этот поток, **поддерживающий** существование транспортной системы, **полным потоком поддержания**. Полный поток поддержания транспортной системы состоит из персонала, который эксплуатирует транспортную систему, из персонала, который ремонтирует транспортную систему, и из персонала, который осуществляет замену технических средств транспорта, выбывающих из эксплуатации. В систему поддержания входит **все**, что необходимо для функционирования транспортной системы **без изменения фактического ее объема** и **без изменения технических средств**, эксплуатируемых в транспортной системе.

За пределами **поддержания** фактического объема транспортной системы находятся по меньшей мере еще **два** компонента транспортных систем: это система **роста** транспортной системы и система **развития** транспортной системы.

Система **роста** транспортной системы — это система производства оборудования и технических средств транспорта, которые не являются **новыми**, а уже имеются в эксплуатации, но выпускаются в **большем количестве**, чем эти технические средства выбывают из эксплуатации. Фактически это совокупность производств, которые **увеличивают** инженерно-физический объем транспортной системы, влияя тем самым на рост фактического объема транспортной системы.

Система **развития** транспортной системы — это система разработки и конструирования новых видов оборудования и новых технических средств транспорта, которых **еще нет** в составе действующей транспортной системы.

Существование этих двух систем обеспечивается дополнительным потоком мощности, который также адресован на нужды транспорта. Однако эти две системы работают на **увеличение** фактического объема транспортной системы.

Научно-техническая политика в области транспортных систем и может быть определена как эффективная, если при **неизменном потоке мощности** во все **три** транспортных системы обеспечивается максимальный темп роста **фактического** объема транспортной системы.

Проведенное рассмотрение выделило следующие **понятия**, характеризующие транспортные системы:

1. фактический объем транспортной системы;
2. рост фактического объема транспортной системы;
3. мощность, поддерживающая объем транспортной системы;
4. мощность, поддерживающая рост объема транспортной системы;
5. полная мощность, поддерживающая объем и рост объема транспортной системы.

Очевидно, что ростом объема экономической системы в целом, величина полной мощности, поддерживающей объем и рост объема, может изменяться, оказывая влияние на изменение **темпов** роста объема транспортной системы.

Проведенное рассмотрение преследовало цель выделить основной аппарат **понятий** для создания математической теории транспортных систем. В этом разделе не фигурировали никакие частные реализации транспортных систем в виде набора тех или иных транспортных средств.

В этом разделе фигурировали понятия, которые относятся к системам транспортировки грузов в целом. Введенные понятия позволяют сравнивать различные пути развития транспортных систем, которые основаны на самых различных технических принципах: морской флот и железнодорожный транспорт, трубопроводный и автомобильный транспорт, авиационный транспорт и речной флот.

Введенные понятия **аддитивны**, т.е. каждое понятие может быть определено для частной транспортной системы: для речного и морского флота, для автодорожного и железнодорожного транспорта. Имеется фактический объем транспортной системы для любого вида транспорта. Имеется рост фактического объема транспортной системы для любого вида транспорта. Имеется мощность, поддерживающая фактический объем частной транспортной системы.

Однако в каждой частной системе будут свои взаимоотношения между фактическим объемом транспортной системы и мощностью на поддержание этого объема. Очевидно, что различные виды транспорта будут требовать различных величин мощности на одну единицу объема транспортной системы. Очевидно, что различные виды транспорта будут требовать различных величин мощности на единицу **прироста** объема транспортной системы.

Введенные понятия позволяют обнаружить скрытую тенденцию в развитии транспортных систем: максимизацию отношения фактического объема транспортной системы к фактическому потоку энергии,

расходуемому на поддержание этого объема. Эта величина и представляет собою **коэффициент трансформации**.

Как указывалось выше, в ходе исторического развития человеческого общества объем фактических работ, выполняемых за один час рабочего времени, **не уменьшается**. Это увеличение среднечасовой производительности труда связано с ростом энерговооруженности труда за счет использования самых разнообразных технических средств. Средства транспорта не представляет собою исключения из общего правила. Увеличивая энерговооруженность труда на транспорте, мы не преследуем цель увеличить затраты энергии на выполнение одного и того же объема транспортных работ. Увеличивая энерговооруженность труда на транспорте, мы преследуем цель увеличить объем транспортных операций на единицу потребляемой мощности. Это и проявляется в росте **коэффициента трансформации**. Естественно, что увеличение коэффициента трансформации невозможно за счет старых технических средств — это возможно только за счет использования новых инженерно-конструкторских решений, целью которых и является рост коэффициента трансформации. Рост объема транспортной системы за счет **старых** технических средств представляет собою стабилизацию коэффициента трансформации, представляет собою экстенсивный способ ведения хозяйства. Эпоха современной научно-технической революции как раз и характерна тем, что **все коэффициенты трансформации** возрастают. Отсутствие теоретической базы, опирающейся на **теорию трансформации**, приводит к чисто волевым решениям по направлениям развития новой техники, где за «новое» выдается техника с более низким коэффициентом трансформации. Такая техника выглядит как **новая**, но она является **старой** по численной величине **коэффициента трансформации**.

Все изложенное выше относится к понятию **коэффициент совершенства технологий**, которое может и должно быть использовано для прогнозирования развития **всей науки и техники**.

Элементы общей теории трансформации

Рассмотрим географическую карту как область, в которой каждый отправитель груза и каждый получатель груза имеет определенные координаты. Если на карте соединить точки отправления грузов с точками получения грузов, то мы получим некоторую структуру, называемую нами термином **сеть**. Таким образом, термин **сеть** означает;

1. географическую карту;
2. точки карты, где находятся отправители грузов;

3. точки карты, где находятся получатели грузов;
4. ориентированные линии, направленные от отправителя к получателю грузов.

Расширим понятие **сеть** до понятия **транспортная сеть**, если пополним список наших понятий до характеристик грузов:

5. имя груза;
6. вес груза;
7. скорость доставки;
8. физическое время отправления груза (идеальное);
9. физическое время прибытия груза (идеальное).

Введенные понятия характеризуют транспортную систему **функционально**, т.е. характеризуют, **что она делает**, но не содержат никаких указаний о том, **как именно** она это делает. Фактический объем транспортной системы полностью определяется перечисленными понятиями. Техническую систему, которая реализует данный фактический объем, можно рассматривать как «проекцию» фактического объема в «частную систему координат».

Отмеченные идеальные времена отправления и прибытия груза должны означать, что груз, который находится в пути, т.е. в течение времени от момента изготовления до момента использования или применения, представляет собою **товарный запас**. Он выпадает из процесса производства. В силу последнего обстоятельства, а именно, что вещь, которая находится в пути или на складе, выпадает из общественного обмена веществ, и возникает общественная потребность в существовании систем транспортировки как в пространстве, так и во времени. Имеющаяся в настоящее время тенденция работы «с колес», т.е. без товарного запаса, требует большого объема транспортных систем и высокой культуры организации общественного производства. Складское хозяйство у поставщиков и потребителей грузов, складское хозяйство системы материально-технического снабжения представляют собою частные подсистемы общей транспортной системы. Поскольку хранение на складах также потребляет мощности, то оптимальное распределение мощностей в системах транспортировки грузов включает в себя анализ (и соответственно, синтез) этой части системы.

Нетрудно видеть, что с ростом объема производства при неизменной величине фактического объема системы транспортировки будет наблюдаться возрастание товарных запасов у отправителей грузов и на складах в пунктах соединения транспортной системы с отправителями. В этой ситуации можно будет сказать, что дальнейший рост объема

общественного производства лимитируется объемом системы транспортировки грузов.

Вернемся к анализу «идеальной» системы транспортировки грузов. Рассмотрим идеальную связь между весом груза и скоростью транспортировки: мгновенное значение произведения этих величин дает значение мгновенной мощности или мгновенного объема транспортировки. Однако увеличение веса транспортируемого груза в два раза при неизменной скорости совсем не одно и то же, что увеличение скорости транспортируемого груза в два раза при неизменном весе. Это не следует из анализа размерностей, т.к. в выражение мощности входит произведение скорости на «силу сопротивления» движению. В установившемся движении тела в вязкой среде развиваемая двигателем мощность (при стационарной скорости движения) практически вся расходуется на диссипативный поток тепла в окружающую среду. Величина этого диссипативного потока определяется вязкостью среды и гидродинамическими характеристиками транспортного средства. Для большинства сред величина диссипативного потока пропорциональна квадрату скорости движения тела в вязкой среде, что можно рассматривать как линейную зависимость между кинетической энергией движущегося тела (*текст обрывается*).

Кузнецов П.Г.

Общая динамика машин²⁸

«Предстоящие задачи науки»

«...Специальная задача, предстоящая физикам при настоящем состоянии науки, есть определение энергии, которая входит в материальную систему или выходит из нее во время перехода системы от ее начального состояния до какого-нибудь другого определенного состояния».

Дж.К. Максвелл «Материя и движение»,
СПб., 1885 г., стр. 95

Введение

Возникновение широкого круга дисциплин (типа кибернетики, системотехники и системного анализа) выражает объективную потребность современной науки и техники в создании общей теории всех возможных машин и механизмов. Название «Общая динамика машин» было предложено академиком А.А. Андроновым и, по моему мнению, является наиболее удачным.

История техники демонстрирует сотни тысяч машин и механизмов, которые образуют мышечную и костную ткань цивилизации. Системы связи и вычислительная техника принимают на себя функцию нервной ткани цивилизации. Каковы тенденции развития всей этой системы машин и механизмов? Какие законы управляют возникновением и развитием этой системы машин? Эти вопросы, касающиеся перспектив развития человеческой цивилизации, и есть вопросы общей динамики машин.

Все машины и механизмы являются, в конечном итоге, продукцией человеческого мозга. Нет машины или механизма, который не существовал в момент своего рождения в форме **идеи** в сознании того или иного человека. Что заставляет людей придумывать все новые и новые машины и механизмы? И этот вопрос — вопрос общей динамики машин.

Но общая динамика машин должна указать конкретный путь от «**замысла**» или «**идеи**» до воплощения этой идеи в серию выпускаемых

²⁸ Текст публикуется согласно рукописному документу, приблизительно датируемому серединой 1970-х гг. Публикуется впервые.

промышленностью машин и механизмов. Таким образом, общая динамика машин — это теория конструирования и изготовления машин и механизмов.

Нет сомнения, что общественная потребность в такой теории будет осознана, и нужная теория будет создана. Таким образом, создание общей динамики машин есть не что иное, как разработка научной теории. Будущая теория — «общая динамика машин» — должна быть «сконструирована», и сама теория должна работать как новый тип «машин» в системах автоматизированного проектирования. Такую форму теория приобретает в программе вычислительной машины.

В этом введении мы выделим лишь один признак машин и механизмов: все они совершают **работу** в смысле физики. Скорость выполнения работы машиной соответствует понятию физики — **мощность**. Известно, что **мощность** всех машин и механизмов на душу населения Земли с ходом истории **не уменьшается**. Это дает основание для гипотезы, что общая динамика машин есть теория роста мощности на душу населения Земли.

Поскольку через каждую машину (в процессе выполнения работы) протекает поток энергии, то общая динамика машин является динамикой неконсервативных систем. С другой стороны, этот неконсервативный характер систем предопределяет наличие неголономных связей, что позволяет отождествлять общую динамику машин с динамикой неголономных систем. Этот признак отличает общую динамику машин от классической термодинамики, использующей гипотезу о существовании интегрирующего множителя в уравнениях Пфаффа.

Раздел I. Циклы и «квазициклы»

§1. Циклы как прием измерения времени

Рассмотрим простейшую процедуру измерения времени, состоящую в совмещении «неподвижной звезды» с перекрестием телескопа. Раз в сутки через перекрестие телескопа проходит одна и та же «неподвижная звезда». Счет этих совмещений может рассматриваться как абсолютный дискретный счет «числа оборотов» Земли. Однако сами «отсчеты» совмещений могут рассматриваться как «точки» оси времени, не обладающие «длительностью», а интервалы между этими «точками» и образуют «длительность» — «измеряющую время».

Мы выбрали этот простейший пример для того, чтобы отделить «длительность» от того, что «длительностью не обладает», т.е. от «события», которое состоит в совмещении звезды с перекрестием телескопа. Дискретный счет «событий» позволяет отделять один интервал

текущего времени от другого, но сами «события» связывают эти интервалы времени друг с другом.

«События» — это **одно и то же состояние**, но между ними лежат интервалы времени.

Теперь мы можем обратиться к рассмотрению **одного и того же интервала времени**. Этот интервал лежит между двумя дискретными отсчетами (например, между шестым и седьмым отсчетом). Все время между двумя отсчетами — это одно и то же время.

Но если это «одно и то же время», то «другие события», отличающиеся от события «совмещения звезды с перекрестием телескопа», наблюдаемые наблюдателем, должны считать **«одновременными»**. Например, восход и заход Солнца по отношению к «одному и тому же интервалу» должны считаться совершающимися **«одновременно»**. Сама «неподвижная звезда» **«одновременно»** находится на окружности в любой ее точке. Ее положение обладает «неопределенностью» в 2π радиан.

«Принцип неопределенности» современной физики появляется совершенно независимо от измерений импульса и координаты — его происхождение связано с понятием «одно и то же время» или «одновременно». Ни влияние наблюдателя, ни скорость распространения сигнала не имеют никакого отношения к существу дела, связанного с «парадоксами» одного и того же времени.

Теперь мы можем обсудить роль циклического совмещения звезды с перекрестием телескопа. Для счета «событий», отделяющих один интервал времени от другого, необходим циклический процесс. «Замкнутость» цикла является необходимым условием для существования «событий». Эта замкнутость цикла позволяет приписывать всем циклам одну и ту же меру в радианах — 2π . Появление этого множителя в описании природы порождено использованием понятия характерного интервала времени. Математическим образом такого цикла принято считать «проективную прямую», которая является замкнутой линией, гомеоморфной окружности.

«Возвращение» неподвижной звезды к перекрестию телескопа осуществляется через интервал времени, который принято называть **«периодом»**. Длительность периода можно считать естественной мерой интервала времени. Очевидно, что таких «естественных мер» в природе ровно столько, сколько есть различных периодических явлений.

§2. Одно и то же «место» и одно и то же «время»

Теперь мы можем определить «событие» как нахождение звезды в «одном и том же месте» относительно перекрестия телескопа, только при условии, что это уже «не одно и то же время». Термодинамические циклы паровых машин изображались на индикаторных диаграммах в виде **замкнутых** кривых, но начальная точка цикла и конечная точка цикла попадали в «одно и то же место» лишь через интервал времени, т.е. обязательно в другое время. Этот факт «совмещения» позволял «исключать» понятие «**время**» из классической термодинамики. Исключение времени и закрыло путь к общей динамике машин. Развитие последней протекало в рамках теории циклических процессов, которая развивалась как общая теория колебаний или как «волновая механика». В 30-х годах нашего века, в связи с развитием квантовой механики и появлением теории автоколебаний, теория циклических процессов развилась в обширную научную область. В 1932 г. появляется работа Дж. фон Неймана «Математические основы квантовой механики», которая представляла собою попытку аксиоматического изложения квантовой механики. Мы обращаемся к этой работе только потому, что историческое развитие квантовой механики поставило в явной форме следующую проблему: одна и та же динамическая системы может описываться двумя способами — системой дифференциальных уравнений («матричная механика» Гейзенберга) и системой интегральных уравнений («волновая механика» Шрёдингера). Совпадение результатов при двух подходах к одной и той же задаче не могло считаться случайным.

Мы полагаем, что физические (а не математические) основы этого совпадения результатов состоят в том, что в методе дифференциальных уравнений мы используем понятие «одно и то же время», а в методе интегральных уравнений — понятие «одно и то же место».

Любую динамическую систему можно представить в виде материальной точки в некотором гипотетической N -мерном пространстве. Поведение этой системы описывается траекторией этой представляющей точки в этом N -мерном пространстве.

Допустим, что траектория динамической системы образует **цикл**, т.е. через некоторое время система возвращается в исходное состояние.

Такое допущение эквивалентно «замкнутости» системы. Подобное «замыкание» системы можно выполнить с помощью «нормировки», полагая некоторое выражение равным единице.

Замкнутость траектории динамической системы означает, что существует **период**, по истечении которого динамическая система

возвращается в «исходное состояние». В кинематике такое «возвращение» системы означает, что все обобщенные «координаты» и все обобщенные «скорости» вернулись к исходным значениям. Однако отдельные обобщенные «координаты» и отдельные обобщенные «скорости» за **полный период** могут возвращаться к «исходным значениям» более одного раза, но обязательно **целое число раз**. Последнее и образует основание для кратности частот некоторой одной основной частоте, являющейся величиной, **обратной полному периоду**, т.е. то, что принято называть разложением в ряд Фурье.

Теперь мы видим, что переход от дифференциального описания динамической системы к интегральному состоит в том, что каждый замкнутый путь по каждой обобщенной координате может быть представлен как некоторый циклический процесс или «волна». Фиксированная «длина» пути по каждой координате после деления на «обобщенную скорость» дает «частоту» или «собственный период», целое число раз совпадающий с начальным значением.

В дифференциальном описании изменения координат мы опираемся на «один и тот же интервал времени» — dt . Обобщенные скорости по каждой координате вычисляются за этот «один и тот же» интервал времени. Поэтому по разным координатам мы имеем «спектр скоростей», т.е. за одно и то же время по разным координатам пройдены **различные пути**.

В интегральном описании мы используем одну и ту же единицу «длины», а различные скорости нам дают различные собственные «времена», которые необходимы для прохождения одного и того же «расстояния». Эта связь яснее всего видна при установлении связи между скоростью волны упругой деформации и частотой, когда волна распространяется внутри ограниченного твердого тела. Разделив скорость распространения волны на расстояние, мы вычисляем частоту, т.е. число проходов волны между стенками твердого тела за единицу времени. Существенно наличие «границ», между которыми распространяется волна. В твердом анизотропном теле по каждому направлению возможна своя скорость распространения волны.

§3. Роль «неконсервативного» характера динамики машин

Цикл машины, называемый «рабочим циклом», отличается от циклов консервативных систем тем, что после совершения цикла машина выполнила «внешнюю работу». Эта внешняя работа отличает начало от конца цикла машины. Именно из-за этой внешней работы мы и создаем различные машины. Циклы консервативных систем на первый взгляд не

имеют отношения к динамике машин, так как нет связи между «замкнутым» циклом консервативной системы и «открытым» циклом машины. Однако в теории машин важную роль играет скорость распространения волны упругой деформации, а скорость распространения этой волны существенно зависит от **материала**, в котором распространяется волна. Поток энергии через машину можно описать как наличие **двух волн** — фор-волны и бек-волны, идущих в двух противоположных направлениях через «канал машины», но отличающихся:

- 1) либо амплитудой,
- 2) либо скоростью распространения,
- 3) либо частотой.

Если поток энергии через «канал машины» отсутствует, то фор-волна и бек-волна образуют «стоячую волну». Если поток энергии отличен от нуля, то на стоячую волну накладывается «бегущая волна». Именно это различие фор-волны («вперед» идущей) от бек-волны (идущей «назад») и характеризует динамику машин.

Физическую модель такого неравенства фор-волны и бек-волны можно получить при анализе любой системы, через которую идет поток энергии. Этот факт нарушения симметрии принято записывать как неравенство вторых производных, определяемое порядком дифференцирования. Полное описание этого явления дано Г. Кроном в его работах по динамике вращающихся электрических машин. Сам переход от «точечной» к «волновой» механике был осуществлен Г. Кроном именно потому, что он работал над проблемами общей динамики машин и механизмов.

(Рукопись обрывается)

Кузнецов П.Г.

Диалектика, математическая логика и «формальная» логика²⁹

Имея в виду необходимую взаимосвязь общественных, естественных и технических наук, мы поставили на обсуждение взаимосвязь трех логик: диалектической логики, математической логики и «формальной» логики. Прежде чем связывать эти три вещи, необходимо установить их **различие**. Различие этих видов логики состоит в **критерии истинности**: диалектика имеет критерием истины — **практику**, математическая логика — **непротиворечивость** математической теории, а «формальная» логика — нечто среднее между двумя предыдущими.

Поскольку знакомство математиков с диалектикой чаще всего осуществляется через «промежуточную» логику, то необходимо рассмотреть некоторую реальную ситуацию, где различие диалектической и математической логики будет **предметным** или **содержательным**.

В связи с появлением электронных вычислительных машин перед многими математиками возникает задача по разработке математических теорий на объекты управления. Когда такая теория уже разработана, то она удовлетворяет всем требованиям математической логики. Нас же интересует в этом примере **процесс разработки** математической теории и ее **соответствие практике управления**. Если математическая теория удовлетворяет требованию непротиворечивости, то этого еще **недостаточно**, чтобы использовать эту теорию для **управления** производственным процессом. Для управления производственным процессом еще требуется соответствие **критерию целесообразности**, который в реальной жизни называется еще и **критерием эффективности**. Какая логика нужна для определения последнего **критерия**?

Диалектическая логика отвечает на последний вопрос, указывая на Логикку «Капитала» К. Маркса. Но Логика «Капитала» К. Маркса не является математической логикой и появилась на свет именно потому, что вопросы математической логики были разобраны в истории философии за несколько сот лет до оформления математической логики в самостоятельную науку. К сожалению, даже специалисты по математической логике редко заглядывают в историю философии.

²⁹ Текст публикуется согласно машинописному документу, приблизительно датируемому 1975-77 гг. Публикуется впервые.

История философии показывает **необходимость** возникновения математики (и математической логики) и, в то же время, ее **недостаточность** для решения проблем практики.

Математика (и математическая логика) возникала с **необходимостью** (присущей случаю) для решения задачи создания **языка**, который допускает **однозначный перевод**. Такой язык **необходим** для решения широкого круга проблем практики. Несколько ниже мы конкретизируем это утверждение о математике как о **языке**, который допускает однозначный перевод.

Хотя такой язык необходим, он **недостаточен** для решения широкого круга проблем практики. Создание языка, допускающего однозначный перевод, требовало, чтобы **в процессе перевода** не изменялось **содержание** того, что выглядит различно на «разных языках». Это требование к **содержанию**, которое остается **неизменным** или **инвариантным**, было превращено в требование **инвариантности** математических **объектов**. Пока описываемый объект реальной действительности остается «почти неизменным», его математическое описание «согласуется с практикой». Но изучение природы показало, что в природе **нет неизменных объектов** — все они изменяются, и их согласие с математическим описанием носит «временный», преходящий характер. Это изменение объектов приводит к тому, что математическая теория перестает «согласовываться с практикой», хотя остается внутренне непротиворечивой, т.е. истинной в математическом смысле.

Возникающее противоречие между **инвариантностью** или **неизменностью** математического объекта и **действительным развитием** и **изменением реального объекта** внешнего мира ставит **границу** использованию математической теории. Исследование этой **границы**, где «истинная» в математическом смысле теория дает «ложные» с точки зрения практики предсказания, и есть область диалектической логики. Диалектика — это не неряшливость математического вывода, а **уход** реальной действительности от **исходных посылок** или **аксиоматики** математической теории.

Было бы нелепой претензией в короткой статье излагать Логику диалектического мышления, но краткое указание на **переход** от математической логики к диалектической Логики, как **исторически необходимый переход**, является полезным.

Вернемся к задаче математического описания технологического процесса, который будет управляться вычислительной машиной. Какова логика **процесса** создания математической теории? Где исходные

аксиомы для процесса разработки математической теории? Какая логика будет связывать начальное состояние: «математической теории **нет**» — с конечным состоянием: «математическая теория **есть**»? Что из себя представляют те звенья логического процесса, которые начинаются звеном «математической теории **нет**» и которые заканчиваются звеном «математическая теория **есть**»? Очевидно, что мы описываем **процесс возникновения** математической теории, т.е. общую форму мыслительного процесса, которая начинается с **отсутствия понимания** до **наличия понимания** (хотя и ограниченного) того, что наблюдается в этом процессе.

Само собою разумеется, что процесс создания математической теории, которая адекватно описывает управляемый технологический процесс, есть процесс **творчества**. Остается только задуматься над вопросами природы **творчества** и сделать для себя вывод, что **творчество** существенно отлично от процедур **формального вывода**.

Теперь мы можем определить диалектику как **Логiku творческого мышления**, как **Логiku развития**.

Поскольку вопрос получения адекватного математического описания для различных процессов — был моим личным «хобби», я оставляю другие стороны диалектики как стороны творческого мышления моим друзьям и хочу обратиться к одному фундаментальному вопросу о **противоречии внутри математической теории**. Вопрос о существовании противоречия **внутри** математической теории был поставлен Э.В. Ильенковым и очень меня удивил. Но такой вопрос был поставлен и требовал ответа. После некоторого размышления мне пришлось обратиться к так называемым «алгоритмически неразрешимым проблемам», полагая, что в них сосредоточены вопросы, которые требуют технических средств, выходящих за рамки математической логики. Классическим примером такой проблемы является проблема тождества слов в теории групп, алгоритмическая неразрешимость которой была показана П.С. Новиковым.

Самым первым вопросом при составлении математического описания или при создании математической теории является вопрос о некоторой **сущности**, которая **проявляется** различными сторонами в многообразии наблюдаемых явлений. Математическим эквивалентом этого вопроса является поиск **инварианта**, характеризующего **класс** или **группу** наблюдаемых явлений, разные стороны которого можно представить **различием** допустимых **координатных систем**. Такой переход от одного явления к другому при сохранении **сущности** (т.е. при

наличии **инварианта**) может трактоваться в математической теории как **группа преобразований координат**. Только бесконечное число различных координатных представлений этого инварианта создает математическое представление этой **сущности**. И, тем не менее, даже бесконечное число координатных представлений инвариантного объекта не дает **его самого**. Бесконечное число фотографий одного и того же участка местности, снятых с разной высоты и под разными углами зрения, есть лишь бесконечное число **фотографий**, но **не сам фотографируемый участок местности**. Матричное представление **инварианта** или **тензора** находится в таком же соотношении, как фотографии участка местности с **самим участком местности**. Творческий акт **опознания**, т.е. **узнавания**, что это множество фотографий есть фотографии **одного и того же** участка местности, есть **акт понимания**. В настоящее время имеется много работ по «распознаванию образов» с помощью вычислительных машин. В приведенном примере с фотографиями одного и того же участка местности **существование** искомого преобразования координат, как существование **однозначного перевода с языка одной координатной системы на язык другой координатной системы**, **доказывается** через **существование** самого фотографируемого **объекта реального мира**. Нашей **невной гипотезой** в этом доказательстве является **предположение**, что сам фотографируемый участок **не изменился** за интервал времени между моментом получения первой и второй фотографии, т.е. **инвариантен** в математическом смысле.

Ключевым экспериментом для процессов такого рода является опознание **одного и того же человека**, если его фотографии сделаны через много лет. С другой стороны, опознание фотографий **одного и того же** человека еще не дает основания утверждать, что это **один и тот же человек**, так как за прошедшее время может измениться **характер его мышления**, и мы будем иметь дело с **другой личностью**.

Вернемся к примеру с фотографиями **одного и того же участка местности**.

«Если» — «это» один и тот же участок местности, то мы можем составить **формулу**, которая соединяет **две фотографии** (или их матричные представления) **знаком равенства**, который будет содержательно интерпретироваться как **два различных координатных представления одного и того же объекта**. Знак равенства утверждает **тождество**, которое относится к фотографируемому **объекту**, но соединяет между собою **два различных его представления**. Различие представлений есть различие **слов** по их написанию или изображению на

бумаге. Соединять **различные выражения** знаком равенства нам приходится в **правилах вывода** или в **схемах аксиом**. Доказать **истинность** такого знака равенства, располагая только символическим изображением «слов» и не располагая **пониманием** того, что это **один и тот же объект**, но описываемый **двумя разными языками**, методами математической логики **невозможно**. Такое **соединение** различных символов знаком равенства в последнее время стали называть «равно по определению». Реальная ситуация, где это «равно по определению» имеет место, требует выхода за рамки математической логики.

Этот выход за рамки математической логики, который требуется при разработке, создании математических теорий, работающих на тот или иной реальный объект, привел к созданию десятка названий «теорий», каждая из которых претендует на то, что она и есть «единственный инструмент», который пригоден для указанной цели.

Историческое развитие человечества с **необходимостью**, которая присуща случаю, **должно** было выработать **язык**, который допускает **однозначный перевод**. Заметим, что для перевода необходимо иметь **более одного языка**. Этому требованию не удовлетворял и не удовлетворяет **естественный язык**, на котором общаются люди. Противоречивость и многозначность естественного языка **не его порок**, а **его необходимое свойство**, связанное с процессами реального мира. Определяя математику и математическую логику как **язык**, который обладает **свойством** допускать однозначный перевод, мы не должны забывать, что нам удавалось использовать этот язык на практике лишь при выполнении некоторых требований, которые лежат за рамками такого языка. Нетрудно понять, что человек, который блестяще знает латынь, не делается в силу этого знания языка, на котором говорят врачи, врачом. Хотелось бы видеть такого математика, который пошел бы лечиться к знатоку латыни вместо врача, руководствуясь логикой, что врач плохо знает латынь.

Бурные дискуссии между представителями диалектической и «формальной» логики (которая не доросла до «математической логики» и не понимает проблем, которые стоят перед применением математической логики) чаще всего ведутся с позиций «латыни» — какие вы врачи, если вы так плохо владеете «языком», на котором, по нашему мнению, только и должен говорить врач. Первые шаги, которые делала философия после средневековой схоластики, как раз и состояли в отказе от **латыни**, чтобы открыть путь к использованию **естественного языка**. Все книги по диалектической Логике написаны обычным, естественным человеческим

языком. Это — «словесное» — описание вызывает весьма неодобрительную реакцию лиц, которые только что освоили математический язык. Эти лица считают «ненаучным» любой текст, который не содержит формул.

К середине прошлого века в истории человечества уже сформировалось довольно большое число **личностей**, которые начали «заглядывать» за рамки математической логики. Поскольку «Капитал» К. Маркса является классическим примером Логике с большой буквы, мы будем рассматривать Логика с большой буквы у «стихийных диалектиков» от естествознания.

В самом начале нашей статьи мы ввели различие между математической логикой и диалектической логикой по критерию **истинности**: математическая логика работает с критерием истины, как **непротиворечивость** математической теории, а диалектическая логика имеет критерием истины **практику**, т.е. соответствие предсказаний теории явлениям, которые наблюдаются в реальном мире. Диалектическая логика — это логика изготовления математической теории, которая начинает свою работу при утверждении «математической теории **нет**» и заканчивает свою работу при утверждении «математическая теория **есть**». Существовал ли хоть один естествоиспытатель, который изложил **свой план** создания математической теории **до того**, как эта теория была сделана, и **доказал**, что математическую теорию **нужно делать именно так, а не иначе**?

Такой человек существовал — это Дж.К. Максвелл. Можно ли было узнать, что он **имеет метод** изготовления математической теории? Да, можно, если быть культурным (в философском смысле) человеком. Известно, что Э. Мах и его школа травили Л. Больцмана и довели его до самоубийства. Так именно Людвиг Больцман был тот ученый, который увидел **метод** Максвелла. Начнем с Л. Больцмана, а затем рассмотрим **метод** Максвелла.

«Это введение в первую более обширную работу Максвелла в высшей степени замечательно. Оно показывает, как мало он был обязан случайности в своих позднейших открытиях; более того, оно доказывает, что он работал по хорошо обдуманному заранее плану. Подобный план грезились, может быть, и другим великим исследователям, но немногие из них сознавали его так ясно и имели достаточно искренности, чтобы заранее разъяснить его так просто. Важность разбираемых Максвеллом проблем была известна и на континенте, но пока она вызывала там одни лишь бесплодные дебаты о различных элементарных законах

электродинамики, Максвелл давно уже сделал то единственно правильное, что можно было сделать, а именно — он создал новую теорию.

Введение Максвелла показывает далее, что он был столь же крупным творцом теории познания, как и в области теоретической физики. Все пути, по которым двигалась первая в последующие 40 лет, ясно намечены в этих немногих страницах и иллюстрированы здесь теми же сравнениями. Позднейшие исследователи теории познания развили это все подробнее, но по большей части и гораздо односторонне; они установили правила, по которым теория должна развиваться лишь после того, как само ее развитие совершилось; здесь же они даны еще до начала развития» (стр. 90-91).

Итак, мы говорим о диалектическом методе как об инструменте, который приводит к созданию теории, а полученная теория имеет **критерием истины — практику**. Соответствие сделанной Максвеллом теории этому критерию истины не подлежит сомнению. Кроме того, его теория удовлетворяет и стандарту «математической логики» хотя Пуанкаре раздражали некоторые места теории Максвелла именно нарушением некоторых стандартов.

Познакомимся с обстановкой, в которой начинал свою работу над созданием теории Максвелл.

«Современное состояние учения об электричестве представляется особенно неблагоприятным для теоретической разработки. Законы распределения электричества на поверхности проводников были аналитически выведены из опытов. В некоторых частях теория магнетизма была установлена, между тем как в других — недостает опытных данных. Теория проводимости гальванического тока и взаимодействия проводников представлена математическими формулами, но еще не связана с остальными разделами науки. Современная теория электричества и магнетизма, охватывающая все относящиеся сюда явления, не только должна уяснить связь между покоящимся электричеством и электричеством текущим, но также между притяжениями и индуктивными действиями в обоих состояниях».

В этом начале статьи Максвелла дается положение дел в науке, которое он застаёт фактически. Все эти слова можно относить к разработке **любой теории**, к какой бы области **жизни** она ни относилась. Все создатели математического описания, приступая к созданию математического описания, находятся в «максвелловском состоянии»,

Следующий шаг в этой ситуации должен состоять в указании **того**, что бы мы хотели иметь после завершения этого творческого процесса.

«Такая теория должна полностью удовлетворять законам, математическое выражение которых уже известно, и, **кроме того**, давать средства для теоретического вычисления случаев, **когда известные формулы неприменимы**».

Здесь мы как раз и встречаемся со случаем, когда нам нужно **объяснять** практическую **неприменимость** известных формул. Ведь если теория непротиворечива, то **внутри теории** нет оснований считать ту или иную **истинную формулу** — **неприменимой**. Раз она истинная формула, то она применима!

В чем же трудность в развитии такой теории?

«Чтобы овладеть существующими теориями, изучающему придется освоиться со значительным запасом столь сложных математических формул, что уже трудность удержать их в памяти сама по себе является существенным препятствием к дальнейшему прогрессу. Поэтому для успешного развития теории необходимо прежде всего упростить выводы прежних исследований и привести их к форме, наиболее доступной восприятию».

Теперь мы видим, что требуется выполнить некоторую работу, которая позволит сократить **объем** нужных для запоминания формул и позволит двигаться дальше. Но почему этот объем формул не сокращается «сам собою», а требует какой-то умственной работы? Здесь мы имеем дело как раз с тем примером, который мы приводили выше. Множество сложных формул — это множество **фотографий** одного и того же участка местности. Что же представляет собою та **сущность**, которая **является** или **проявляется** в этом многообразии формул, в этом **различии языков**, говорящих об **одном и том же**? Как соединить это множество различных выражений в различные проявления **одной и той же сущности**?

«Результаты такого упрощения могут быть представлены **или** чисто математической формулой, **или** же физической гипотезой».

Итак, здесь нам предъявляется возможность **выбора**: «или» — «или». Самым интересным в этом **выборе** [является то], что обе предложенные альтернативы **ведут в тупик**. Нужно **третье решение**, которое не входит ни в одну из двух указанных альтернатив. Такое **третье решение**, когда обе альтернативы неудовлетворительны, и является по отношению к математической логике **сверх-логикой** или диалектикой.

Посмотрим, как это решение находит Максвелл:

«В первом случае мы совершенно теряем из виду объясняемые явления и потому не можем прийти к более широкому **представлению об их внутренней связи**, хотя и можем предвычислять следствия из данных законов».

Можно добавить, что **границы**, где результаты вычислений будут подтверждаться практикой, в этом случае будут отсутствовать. Правильное вычисление может находиться в противоречии с экспериментом.

«С другой стороны, принимая некоторую физическую гипотезу, мы уже смотрим на явления предубежденно и становимся склонными к той слепоте по отношению к фактам и поспешности в допущениях, которым способствуют частные односторонние объяснения».

Мы видим, что Максвелл требует **всестороннего рассмотрения** изучаемых явлений, что не позволяет ему **принять физическую гипотезу**. Здесь Максвелл выступает как **теоретик**, который отказывается принимать **физическую гипотезу**, которая может сделать его «слепым» по отношению к **фактам, к практике**, которая будет противоречить **теории**.

Обе альтернативы отвергнуты. Нужен **третий путь**, который даст возможность **разрешить имеющееся противоречие**.

Он пишет:

«Мы должны поэтому **найти такой метод исследования**, который на каждом шагу основывался на ясных физических **представлениях**, не связывая нас в то же время какой-нибудь теорией, из которой заимствованы эти представления, благодаря чему мы не будем отвлечены от **предмета**

- преследованием аналитических тонкостей и
- не отклонимся от истины из-за излюбленной гипотезы».

Мы несколько иначе расположили (без изменения) текст Максвелла, так как в нем указаны **две опасности**, которые подстерегают каждого, **кому приходится работать над созданием теории**. Но обе опасности имеют **одну и ту же природу** — они состоят в **«отвлечении от предмета»** исследования. Этот «предмет исследования» не лежит в рамках известных математических конструкций — он лежит **вне исследователя во внешнем мире**.

Мы не преследуем цели пересказывать первую работу Максвелла — нас в ней интересует **идея** создания математической теории в той области, где готовая математическая теория еще отсутствует. В этом и

только в этом месте математик может видеть интерес и необходимость знания диалектической логики. Там же, где подходящая вычислительная система дает все необходимые предсказания, математик не может желать работать вместо машины. Поскольку в так называемой «формальной логике» мы имеем дело с последней ситуацией, то ее рекомендации больше годятся для электронных машин, чем для формирования **творческой человеческой личности**. Интересно, кто-нибудь из «формальных логиков» задумывался об **ответственности** за уродование человеческой **личности** своих учеников?

Формировать **творческую человеческую личность** с помощью логики работы вычислительной машины — это означает превращать **человека в дрессированное животное**. Вот причина эмоциональной реакции людей, которые знают диалектику, но не досрочив до понимания математических проблем «формальных логиков». В них они видят схоластов XIV века!

Прямой эксперимент над воспитанием из слепоглухонемых детей **человеческой творческой личности** — экспериментальное доказательство **работающей теории**. Превращение нормального человека в «слепоглухонемого» весьма эффективно достигается отделением в сознании индивида правил работы со «знаковыми системами» от **человеческой практики**, когда вместо работающего **врача** мы получаем блестящего знатока медицинского **языка**. И этот эксперимент является результатом «формальной логики».

В чем же предмет дискуссии между диалектической и «формальной» логикой? Диалектическая логика **признает математическую логику**, которая является одним из разделов **математики**. Диалектическая логика **не признает** претензий так называемой «формальной» логики **представлять собою теорию познания, теорию мышления, гносеологию**.

Диалектическая логика видит свои **проблемы там**, где перестает работать **математическая логика**. «Формальная» логика — это паразит на теле математической логики, который изображает себя «философа» среди математиков и «математика» среди философов! Как хорошо заметил Д. Гранин в «Искателях» по поводу защиты докторской диссертации по электрохимии: все электрики считали его выдающимся химиком, а все химики — считали его выдающимся электриком.

Это только доказывает, что «на стыке» наук рождаются не только выдающиеся открытия, но и выдающиеся бездельники.

Эмоциональный взрыв в тексте этой научной статьи был бы неуместен, если бы результаты этого «формально-логического» образования не проявляли себя в разработке машинных информационных систем для управления технологическими (и не только технологическими) процессами. Появилось большое число «специалистов», которые готовы делать машинные системы управления, **если им дадут математическое описание** управляемой системы. А основные проблемы в создании машинных систем и состоят в **получении адекватного математического описания**. Этот процесс получения адекватного математического описания и состоит в **разработке математической теории**. Изготовленная теория будет работать по правилам математической логики, но **процесс ее изготовления** требует другой логики, логики, которая контролируется **практикой**.

Мы не случайно избрали Дж.К. Максвелла как **личность**, которая продемонстрировала миру **характер неформального мышления**. Как же Максвелл выбрался из возможного несоответствия между символами математического описания и **наблюдением за физической реальностью**? Что служит **посредником** между математическим выражением и физическим **содержанием**?

Максвелл **придумал такого посредника**: этот посредник, с одной стороны, является математической **формулой**, а с другой стороны — **физической измеряемой величиной**. Для этого **посредника** Максвелл ввел **обозначение**, которое имеет вид квадратных скобок. Поскольку в математике встречаются разные скобки — круглые, квадратные, фигурные, — то появление еще одного значка вроде бы ничего не меняет. В квадратных скобках Дж.К. Максвелл писал **размерность физической измеряемой величины**. Было бы правильно сказать, что благодаря **использованию анализа размерностей**, который относится к исследуемому **предмету**, Максвелл и сумел сделать теорию.

Каждый физик и каждый инженер знает, что каждый физический **закон сохранения** утверждает наличие физической величины **определенной размерности**, которая **сохраняется** в некотором, описываемом этой теорией, классе явлений. Теория Максвелла **отличается** от всех других известных математических теорий в первую очередь тем, что у Максвелла используется **инвариант мощности**, который **не известен** во всех физических теориях. Как же это случилось, что за прошедшие **сто лет** никто не заметил этого факта?

Этот факт **очевиден** для каждого, кто **различает символы физических величин по их размерности**, и **не очевиден** для того, кто

этого предмета за написанным символом не различает. Только **размерность** физической величины образует «тонкий мостик» между математикой и физикой. Мы обратимся к работе Максвелла, написанной **после** трактата об электричестве и магнетизме, где он последний раз пытался объяснить свою точку зрения на соотношение математики и физики. Книга «Материя и движение» была переведена в 1885 году. Максвелл писал:

«Первым, понявшим научную важность дать особое название количеству, которое мы называем кинетической энергией, был Лейбниц, назвавший произведение массы на квадрат скорости *vis viva*, живую силу. Живая сила значит вдвое больше кинетической энергии.

Ньютон в «Примечании к законам движения» выражает отношение между количеством, в каком работа производится внешним агентом, и количеством, в каком она отдается, накапливается или превращается в какой-нибудь машине или другой материальной системе, следующим положением, которое он установил для того, чтобы показать обширность третьего закона движения.

«Если действие внешнего агента измеряется произведением его силы на квадрат его скорости, а противодействие сопротивления измеряется точно так же произведением скорости каждой части системы на сопротивляющуюся силу, происходящую от трения, сцепления, веса и ускорения, то действие и противодействие будут равны между собою, каковы бы ни были сущность и движение системы». Что в этом положении Ньютона содержится непрямо почти все учение об энергии, — это первые показали Томсон и Тет.

Слова «действие» и «противодействие» **по смыслу** формулирования третьего закона движения означают силы, т.е. они выражают **одно и то же динамическое действие**, рассматриваемое с **противоположных точек зрения**.

Однако в вышеприведенном месте этим словам придан **новый, совершенно иной смысл** тем, что действие и реакция **измеряются произведением силы на скорость точки ее приложения**. По этому определению действие внешнего агента равнозначно с количеством произведенной им работы. Это и есть то, что обыкновенно понимается под силою паровой машины или другого двигателя. Она обыкновенно **измеряется числом идеальных лошадей**, которые были бы нужны, чтобы произвести работу **за такое же время** как машина, и называется лошадиною силою машины.

Если мы желаем выразить одним словом быстроту, с которой агент производит работу, то мы называем ее силою агента, определяя эту силу как **работу, произведенную в единицу времени**» (стр. 96-97).

Мы понимаем, насколько трудно было переводчику (недостаток перевода для современного состояния науки бросается в глаза) было переводить этот отрывок: и силу, и мощность в английском языке в то время еще было трудно различать. Различие этих понятий очевидно, когда указывают **физическую размерность** этих величин.

Здесь Максвелл рассматривает третий закон Ньютона как закон **сохранения мощности**, что следует из приведенного текста. Однако сам Максвелл использовал этот закон сохранения **мощности** в своей работе 1855 года.

Рассмотрев движение невесомой несжимаемой жидкости в среде, которая оказывает сопротивление движению этой жидкости с **силой**, пропорциональной **скорости** движения жидкости, Максвелл получил систему трубок тока, разделенную на **клетки** эквипотенциальными поверхностями = поверхностями равного давления. Поскольку он рассматривал стационарное поле, то инвариантами были:

1. число трубок тока,
2. число эквипотенциальных поверхностей.

На пересечении тех и других образовывалось постоянное ЧИСЛО КЛЕТОК.

Это чисто геометрические **инварианты** картины стационарного поля. Но **динамическим инвариантом** в этом рассмотрении была **физическая величина**.

«Поверхности равного давления вырезают из единичных трубок элементы объема длины h и поперечного сечения S . Все эти элементы объема единичных трубок мы назовем **единичными клетками**. В каждой из них единица объема жидкости переходит в единицу времени от давления P к давлению $P-1$ и потому преодолевает за это время единицу сопротивления. Работа, израсходованная на это жидкостью за единицу времени для каждой единичной клетки, также равна единице» (стр. 25-26).

На долю физиков остается только умножить мощность одной клетки на число клеток в поле и получить **инвариант мощности** как **условие стационарного поля**.

Стоит подумать над тем, как удастся излагать теорию Максвелла, основанную на **инвариантности мощности**, не используя этого **закона**.

Один из верных последователей Максвелла — инженер Г. Крон сумел разработать весьма эффективную теорию машин и механизмов,

используя этот **инвариант мощности**, но так и не заметил сам, что этот постулат достался ему от Максвелла!

Этот **постулат ввел** Максвелл, и его **нельзя вывести** ни из какой «логической теории» — в нем-то и состоит **открытие** нового принципа.

Отсутствие этого понимания демонстрирует сам Г. Крон:

«С в я з ь ф и з и к и и т о п о л о г и и. Использование комбинаторной топологии при решении задач об упругих системах характеризуется тем важным фактом, что при соединении элементарных ячеек (балок) **не требуется использовать общие энергетические принципы и дополнительные энергетические принципы теории упругости**. Их функции выполняют законы преобразования тензоров, которые выведены из топологии (геометрии) системы. Таким образом, некоторые физические принципы заменяются топологическими принципами. Конечно, при вычислении констант элементарных ячеек снова используются энергетические принципы, но после этого топология играет большую роль, чем физика. Итак, при соединении ячеек топология и физика оказываются взаимозаменяемыми.

Выражаясь другими словами, различные энергетические соотношения для систем предпочтительнее **получать** из аксиом топологии, чем наоборот. Положение является полностью аналогичным положению, которое имеет место в теории электрических сетей, где «**инвариантность мощности**» не является исходным положением (как это было принято до сих пор), а следует из аксиом комбинаторной топологии для линейных графов» (стр. 213).

Это объяснение Г. Крона с отсылкой на топологию легко объяснить, если знать **историю** его работ. Работы Г. Крона были отвергнуты «с порога» именно за использование «незаконного» утверждения об инвариантности **мощности**. Это новое физическое утверждение дает **новые** результаты и, хотя оно «**логически безосновательно**», но, будучи «практически полезным» — пробивает себе путь.

Вот примеры такого рода «критики»:

«Г. Крон **постулирует** при своих преобразованиях инвариантность мощности. Как вытекает из вышеизложенного, **инвариантность мощности является следствием** того, что эти преобразования соответствуют переходу от токов ветвей к токам контуров **одной и той же цепи**» (Э.А. Меерович в книге: Г. Крон «Применение тензорного анализа в электротехнике», М.: ГЭИ, 1955 г., стр. 267).

Вот уж поистине перепутали божий дар с яичницей: **инвариантность мощности** — новый физический принцип, а он, оказывается, **следует** из чего-то другого.

Вот еще один пример критики:

«Центральное место среди условий, при которых справедливы основные преобразования Крона, занимает постулат о **сохранении мощности**. Попытки Г. Крона обосновать введение этого постулата и его ссылки на то, что он (постулат) может быть получен как следствие основных аксиом комбинаторной топологии (см. §4, гл. 1), представляются совершенно недостаточными: очевидно, что физические преобразования в цепи, которые использует Г. Крон, разрезы ветвей, заземление некоторых точек цепей и т.п., в общем случае неизбежно приведут к изменению мощности, потребляемой цепью, что легко показать на примере (один такой пример приведен в [3]). Однако все основные результаты Крона **остаются справедливыми**. Это **объясняется тем**, что изменения цепей, которые делает Г. Крон, **эквивалентны соответствующему преобразованию координат**, при котором (если оно проведено корректно), естественно, **мощность не меняется**» (А.В. Баранов в книге: Г. Крон «Исследование сложных систем по частям — диакоптика», М.: Наука, 1972 г., стр. 534).

Мы привели простой физический факт использования Дж.К. Максвеллом принципа **инвариантности мощности** и отсутствие **понимания** этого факта в современной литературе. Если отсутствует **понимание** отличия **новой физической теории от старой физической теории**, то любой перевод одной известной теории на **другой язык** будет восприниматься как «выдающееся достижение», ибо критерием истины такой теории остается «логическая непротиворечивость». Инвариантность мощности как новый физический принцип позволяет **практически решать те задачи**, которые **не решаются на другой основе**.

Такое экономическое понятие как «**простое воспроизводство**», которое введено К. Марксом в «Капитале», между прочим, по физике дела соответствует **инвариантности мощности**, потребляемой экономической системой. Но К. Маркс обсуждал вопросы **расширенного производства**, для которого **понятия** инвариантности мощности далеко недостаточно. А что говорить о законах **развития** социально-экономических систем?

Диалектика как инструмент научного исследования появилась и имеет своим назначением решение таких теоретических проблем, которые связаны с **границами математической логики**, и должна применяться именно к этим проблемам. Такой проблемой всегда была и будет

оставаться проблема связи **физической реальности** с ее **математическим описанием**. Наличие критерия истины в виде **практики** как критерия, который отличен от критерия **истинности математической теории**, позволяет использовать его именно там, где отказывает математическая логика.

Что же касается «формальных» логиков, то они со временем исчезнут так же, как исчезли колдуны, знахари и астрологи. То, что представители этих профессий еще встречаются, является доказательством еще сохраняющегося невежества. «Формальные» логики паразитируют на невежестве отдельных лиц в истории философии.

Введение

Инженерное проектирование систем управления представляет собою задачу **синтеза**, которая противоположна задаче **анализа**. Эта противоположность чаще всего скрадывается в длинном (и всегда неполном) списке различий между задачей анализа и задачей синтеза. Как хорошо заметил один из моих друзей, эта противоположность являет себя в «прямой» и «обратной» задаче. Кому доводилось иметь дело с «обратными» задачами, тот легко поймет выделяемую нами «ключевую идею».

Мы полагаем, что фундаментальная противоположность ученого-исследователя и инженера-конструктора может быть установлена по отношению к **инвариантам** физических теорий. Если ученый-исследователь **ищет** за «видимостью изменений в природе» соответствующий закон природы, который и является **инвариантом** в данном классе явлений природы, то инженер-конструктор создает техническую систему, «механизм», который гарантирует стабильность, неизменность или **инвариантность** некоторых физических величин, хотя устройство и подвергается действию тех или иных «возмущающих воздействий». Идеальная математическая модель этих «возмущающих воздействий», принимаемая в качестве нулевого приближения, обычно является **линейной**. Инженер-конструктор использует это нулевое приближение для оценки **физической реализуемости**, но вынужден переходить к задаче анализа из соображений **нелинейности** элементов конструкции и экономической целесообразности.

Задача настоящей работы состоит в выделении инженерной проблемы **синтеза** «нулевого приближения» из последующих этапов анализа **устойчивости** и экономической целесообразности.

Особенностью настоящей работы является некоторый инженерный принцип, который можно назвать **принципом «конечной мощности»**. Физический смысл этого принципа вполне прозрачен: не существует (в распоряжении инженера) источников «бесконечной мощности».

³⁰ Текст публикуется согласно рукописному документу, приблизительно датируемому второй половиной 1970-х гг. Публикуется впервые.

1. Принцип конечной мощности

«Я имею возможность купить козу, но не имею желаний; я имею желание купить корову, но не имею возможности... Так выпьем за то, чтобы наши желания соответствовали нашим возможностям!»

Если использовать термин «возможность» как «возможность совершить некоторое действие за заданное время», то мы и получим принцип «конечной мощности». Этот принцип является логическим следствием философского анализа понятия «движения». Если абстракция «тела» строится на понятии «протяженность», то понятие «движение» имеет предикат «длительность». Как нет «непротяженных» тел, так нет и движений без длительности. Протяженность и длительность лежат в основании понятий «пространства» и «времени».

Полагая, что инженер имеет дело с «миром движений», мы и выделяем в качестве основного понятия «длительность»: за конечное время может быть совершена лишь конечная работа. Этот принцип конечной мощности и является физическим ограничением, обеспечивающим «замкнутость» множества возможных «управлений».

Принцип конечной мощности позволяет определить термин «машина», «механизм», «техническая система как **процесс** передачи потока свободной энергии (или **мощности**) от «источника» к «нагрузке». Этот процесс передачи потока свободной энергии от источника к нагрузке осуществляется с помощью «канала», который мы будем называть **процессором**. Простейшей «моделью» процессора мы будем считать «обобщенный трансформатор», т.е. модель электротехнического устройства, которое осуществляет связь «входа-источника» с «выходом-нагрузкой».

Само собою разумеется, что электротехническая модель может быть интерпретирована в терминах теоретической механики, но она выбрана лишь по той причине, что теоретическая механика пока не имеет аналога емкостной и индуктивной связи одновременно. Использование комплексной переменной, являющееся традицией в электротехнике, позволяет различать некоторые особенности каналов передачи мощности, которые «скрадываются» при использовании действительной переменной.

Поскольку все машины и механизмы относятся к классу «неголономных систем», то использование принципа конечной мощности позволяет рассматривать машины и механизмы как «квазиголономные системы», т.е. как вполне интегрируемые системы. Здесь уместно

заметить, что утрата «интегрируемости» связана с отсутствием «интеграла энергии», характерного для консервативных систем, и с приобретением «интеграла мощности», даваемого «линейной формой». Особенно следует отметить использование двойственных уравнений Лагранжа, гарантирующих «замкнутость» физико-технического описания.

1.1. Возникновение принципа конечной мощности

В свое время, в связи с появлением и развитием паровых машин, родилась теория паровых машин, которая и получила название «термодинамика». Дальнейшее развитие как машин, так и науки о машинах и механизмах, привело к трагической ситуации. Блестящие успехи «небесной механики» (и ее инженерного аспекта — «теоретической механики») оказались препятствием к созданию «динамики машин» — «динамика машин» оказалась динамикой неголономных систем. Если следить за этимологией «голономных систем», то «голономные» — это «целостные» или «полные» системы. «Неголономные» действительно выражают мысль о некоторой «неполноте» соответствующих систем. Эта «неполнота» и отразилась в их «не-интегрируемости», т.е. в отсутствии «интеграла» или «инварианта» в соответствующем классе явлений.

Наибольшей трагедией термодинамики, превратившей ее в термостатику, была работа К. Каратеодори «Об основах термодинамики». Несмотря на то, что разъяснение аксиоматики Каратеодори взял на себя М. Борн (там же, стр. 223-256³¹), некоторые детали остались вне поля зрения инженеров и физиков. Речь идет о возможности или невозможности использовать некоторую лемму из теории уравнений Пфаффа. Поскольку работа М. Борна была опубликована в 1921 году, мы напомним ее содержание, как и содержание работы К. Каратеодори.

Классическая термодинамика, до появления аксиоматического изложения, использовала «индикаторную диаграмму», известную как «цикл Карно». Эта индикаторная диаграмма (*рукопись обрывается*)³².

³¹ Исходный рукописный документ не содержит списка использованных источников. Тем не менее, составителями установлено, что в данном случае речь идет о книге: Развитие современной физики. Сборник статей. — М.: Наука, 1964. Статья К. Каратеодори «Об основах термодинамики» приведена на с. 188-222 указанного сборника, статья М. Борна «Критические замечания по поводу традиционного изложения термодинамики» — на с. 223-257. — прим. сост. Е.Б. Попова.

³² Исходная рукопись содержит лауну, установить точный объем которой не представляется возможным. — прим. сост. Е.Б. Попова.

Уравнения движения³³

До сих пор, вероятно по недоразумению, я понимал уравнения движения системы как нечто, что следует или не следует из уравнений Лагранжа, Гамильтона или Больцмана-Гамеля.

Например, в теоретической механике мы говорим об уравнениях движения Лагранжа в форме:

$$f_{\alpha} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}^{\alpha}} \right) - \frac{\partial L}{\partial x^{\alpha}},$$

где индекс α пробегает число значений (и дает число уравнений), равно [e] числу степеней свободы

«Нечестным» в теоретическом смысле приемом к уравнениям движения Лагранжа («из соображений практики») добавляют «диссипативную функцию Релея», и уравнения Лагранжа приобретают вид:

$$f_{\alpha} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}^{\alpha}} \right) - \frac{\partial L}{\partial x^{\alpha}} + \frac{\partial F}{\partial \dot{x}^{\alpha}}.$$

В этом выражении «закорючки» обозначают:

$L = T - U$, L — функция Лагранжа, являющаяся разницей между кинетической T и потенциальной U энергией системы;

f_{α} — α штук обобщенных «сил», приложенных к этой системе, под действием которых и изменяется система;

x^{α} — α штук обобщенных «координат», которые характеризуют «состояние» системы или ее потенциальную энергию;

\dot{x}^{α} — α штук обобщенных «скоростей», которые характеризуют кинетическую энергию системы.

Функцию Лагранжа иногда называют «кинетическим потенциалом». Если в уравнении Лагранжа принять за «обобщенную координату» заряд q , а за «обобщенную скорость» — ток i , и напряжение e — за «обобщенную силу», то уравнения Лагранжа принимают вид:

$$e_{\alpha} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}^{\alpha}} \right) - \frac{\partial L}{\partial q^{\alpha}} + \frac{\partial F}{\partial \dot{q}^{\alpha}}.$$

Принимая во внимание, что «магнитную энергию» электрической сети принято считать «кинетической», а «электростатическую энергию»

³³ На полях рукой автора приписано: *личные заметки при знакомстве с электротехникой.*

электрической сети — «потенциальной», можно представить функцию Лагранжа в виде

$$T = \frac{1}{2} [\bar{i} \cdot \bar{l} \cdot \bar{i}], \text{ где } \bar{l} \text{ — собственные и взаимные индуктивности,}$$

а $i =$ — ток.

$$U = \frac{1}{2} \left[i \cdot \frac{1}{Cp} \cdot i \right], \text{ где } \frac{1}{Cp} = \frac{1}{C} \int idt = \frac{q}{C}.$$

$$F = \frac{1}{2} i \cdot r \cdot i, \text{ где } r \text{ — обычное омическое сопротивление, а } i \text{ — ток.}$$

Получим

$$\begin{aligned} e_\alpha &= \frac{d}{dt} \frac{\partial}{\partial \dot{q}^\alpha} [\dot{q}^\alpha l_{\alpha\beta} \dot{q}^\beta] - \frac{\partial}{\partial q^\alpha} \left[-\dot{q}^\alpha \frac{1}{C_{\alpha\beta}} \dot{q}^\beta \right] + \frac{\partial}{\partial \dot{q}^\alpha} [\dot{q}^\alpha r_{\alpha\beta} \dot{q}^\beta] = \\ &= l_{\alpha\beta} p i^\beta + \frac{1}{C_{\alpha\beta}} i^\beta + r_{\alpha\beta} i^\beta = l_{\alpha\beta} \frac{d^2 q^\beta}{dt^2} + r_{\alpha\beta} \frac{dq^\beta}{dt} + \frac{q^\beta}{C_{\alpha\beta}}. \end{aligned}$$

В случае одной степени свободы получаем

$$e = l \frac{d^2 q}{dt^2} + r \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} q.$$

Проведенный переход от уравнений Лагранжа к уравнению последовательного соединения в контуре $R-L-C$ элементов показывает, что любая линейная электрическая сеть является физической системой, которая описывается уравнениями Лагранжа.

Собственная частота контура, как и собственная частота механической системы, определяется соотношением коэффициентов (постоянных!!!) при второй производной и члене с обобщенной координатой. В нашем случае

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{lC}}.$$

Интересно заметить, что при $e = r \frac{dq}{dt}$ уравнение Лагранжа дает систему без «внешней силы»:

$$0 = l \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{1}{C} q,$$

что и соответствует «собственным колебаниям».

На стр. 222-223 В.А. Веников³⁴ пишет другое уравнение, где, приняв

$$a_1 = T_j T_d'; a_2 = \left(T_j + T_j K_{0U} \frac{b_1}{b_3} \right); a_3 = C_2 T_d'; a_4 = C_1 + C_3 K_{0U} \frac{b_1}{b_3},$$

можно записать

$$a_1 \frac{d^3 q}{dt^3} + a_2 \frac{d^2 q}{dt^2} + a_3 \frac{dq}{dt} + a_4 q = 0.$$

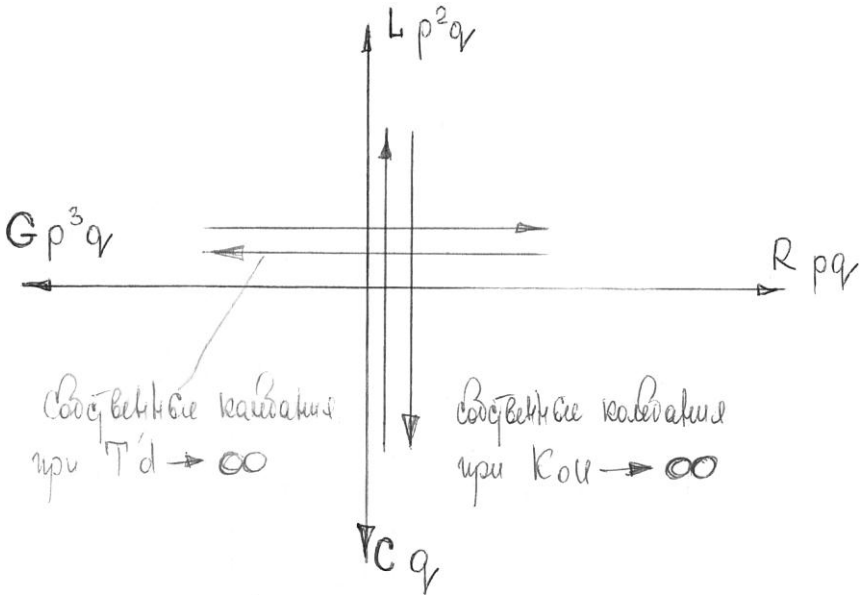
Сперва В.А. Веников рассматривает случай (при $K_{0U} \rightarrow \infty$)

$$a_2 p^2 + a_4 = 0, \tag{1}$$

а затем (при $T_d' \rightarrow \infty$)

$$p(a_1 p^2 + a_3) = 0. \tag{2}$$

Важно подчеркнуть, что записанное уравнение не является уравнением движения Лагранжа! Это совсем другое уравнение движения! Но оно действительно необходимо. Представим это уравнение в обычных координатах электрической сети.



³⁴ Исходный рукописный документ не содержит списка использованных источников. По всей видимости, автор ссылается на книгу В.А. Веникова «Переходные электромеханические процессы в электрических системах», однако в распоряжении составителей отсутствует то издание, которым мог пользоваться П.Г. Кузнецов (эта книга выдержала ряд переизданий и была значительно переработана). — прим. сост. Е.Б. Попова.

Показанный зеленым цветом³⁵ вид колебаний по уравнению (2) не следует из уравнений Лагранжа, так как сам «диссипативный член» является «незаконной пристройкой» к этим уравнениям. Коэффициент a_1 или G на схеме может рассматриваться как «**активное отрицательное сопротивление**», но по физическому смыслу он является «**вводимой мощностью**», в то время как a_3 или R — «**выводимой мощностью**».

В современной физике есть понятие «производной от энергии по времени», что и является понятием «мощность». Но в современной физике нет понятия «производной от мощности по времени»! Правда, выдающийся французский механик Аппель был вынужден перейти от понятия «энергия» к какому-то другому понятию, которое **необходимо для неголономных систем**: это понятие «энергия ускорений».

Аппель заметил, что для неголономных систем «удобно» образовать произведение не масс на квадрат скорости, т.е. не

$$E = \frac{m}{2} V^2, \quad (3)$$

а произведение масс на квадрат ускорений

$$E_{\text{Аппеля}} = \frac{m}{2} a^2. \quad (4)$$

Пользуясь системой $[LT]$, определим размерности величин. Так как

$$[m] = [L^3 T^{-2}],$$

$$[V] = [L^1 T^{-1}],$$

$$[a] = [L^1 T^{-2}],$$

то получим

$$E = \frac{m}{2} V^2 = [L^3 T^{-2}] [L^1 T^{-1}] [L^1 T^{-1}] = [L^5 T^{-4}] \quad (3^*)$$

$$E_{\text{Аппеля}} = \frac{m}{2} a^2 = [L^3 T^{-2}] [L^1 T^{-2}] [L^1 T^{-2}] = [L^5 T^{-6}] \quad (4^*)$$

Обратим внимание, что мощность $P = de/dt$ имеет размерность

$$[P] = [L^5 T^{-5}],$$

а производная от мощности по времени $B = dP/dt$:

$$[B] = [L^5 T^{-6}] = [E_{\text{Аппеля}}]. \quad (4^{**})$$

³⁵ Имеются в виду горизонтальные линии, обозначенные на графике как «собственные колебания при $T_d^i \rightarrow \infty$ ». — прим. сост. Е.Б. Попова.

Таким образом, в прикладной электротехнике используются физические понятия, которые характеризуют области, слабо освоенные теоретической физикой.

Теперь мы можем спокойно рассматривать «физику неголономных систем» как физику, построенную на **развитых формах классических понятий**. Но мы не имеем права не осмотреться вокруг себя, устраиваясь на новом фундаменте. Это означает, что практические рекомендации нуждаются в хорошем теоретическом осмысливании.

Начнем с весьма простого, т.е. «примитивного факта». Путь, пройденный материальной точкой, может **линейно зависеть от времени**:

$$S = S_0 + Vt. \quad (5)$$

Но в **другой форме движения** он может зависеть и **квадратично**:

$$S = S_0 + Vt + at^2. \quad (6)$$

Наконец, в **третьей форме движения** он может зависеть от **куба времени**:

$$S = S_0 + Vt + at^2 + Gt^3. \quad (7)$$

Считая S_0 , V , a и G — постоянными (или параметрами), мы можем считать уравнение (6) частным случаем уравнения (7), а уравнение (5) частным случаем уравнения (6), когда в уравнении (6) $a = 0$, и «дважды частным случаем» уравнения (7), когда и $a = 0$, и $G = 0$.

Этот факт и был ясно понят Г. Кронем. Он рассмотрел случай, когда $e = a_1 i$, (8) и обобщил его на n степеней свободы, что дает **всю теорию линейных электрических сетей**:

$$e_\alpha = Z_{\alpha\beta} i^\beta, \quad (9)$$

где $Z_{\alpha\beta} = R + Lp + 1/Cp$, т.е. n дифференциальных уравнений второго порядка.

Его следующий шаг

$$e = a_1 i + a_2 i^2 \quad (10)$$

при обобщении на n степеней свободы дает n дифференциальных уравнений **третьего порядка**.

$$e_\alpha = Z_{\alpha\beta} i^\beta + \underline{Q}_{\alpha\beta\gamma} i^\beta i^\gamma. \quad (11)$$

Подчеркнутый член и образует новое физическое понятие, у которого до сих пор нет имени. С одной стороны — это символ

Кристоффеля, но обобщенный на случай неголономных систем. С другой стороны, он обнаруживается как физическое понятие при записи уравнений движения для электрических вращающихся машин. Известно, что Крон выяснил его «физический смысл», что позволяет быстро ориентироваться в вопросах качаний и устойчивости электрических систем.

Попробуем выяснить, что же это за физический смысл. Начнем с уравнения (9):

$$e_\alpha = Z_{\alpha\beta} \dot{i}^\beta.$$

Это обычное уравнение движения Лагранжа, где e_α — «обобщенная сила», а \dot{i}^β — «обобщенная скорость». В установившемся движении из-за наличия диссипативного члена под действием «постоянной обобщенной силы» e_α совершается движение с «постоянной обобщенной скоростью» \dot{i}^β . Это может быть цилиндр, вращающийся в вязкой среде, где роль \dot{i}^β принадлежит угловой скорости. Величина мощности, подводимой к цилиндру, равна

$$e_\alpha \dot{i}^\alpha = P,$$

а величина выводимой трением мощности равна

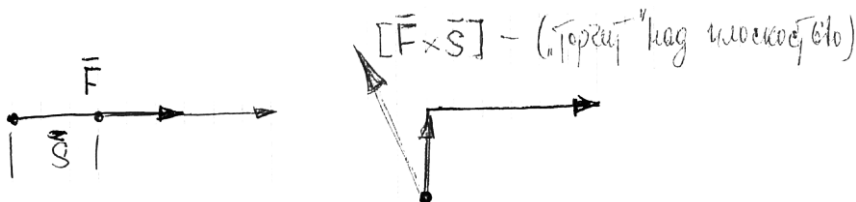
$$Z_{\alpha\beta} \dot{i}^\alpha \dot{i}^\beta = P^*.$$

Заметим, что знаки P и P^* противоположны.

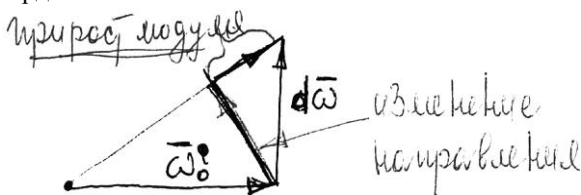
Если считать, что $i = \omega$, то e — это момент силы, т.е. произведение силы F на «плечо» s . Размерность силы в $[LT]$: $[F] = [L^4 T^{-4}]$. Размерность момента силы $[F \cdot s] = [L^4 T^{-4} \cdot L^1] = [L^5 T^{-4}]$. Как мы уже отмечали, каждая клетка таблицы $[LT]$ содержит «изомеры», т.е. «валовая размерность» иногда теряет «ориентацию» или «качество». Размерность момента силы $[L^5 T^{-4}]$ и размерность энергии тоже $[L^5 T^{-4}]$, но ведь это разные вещи!

Момент силы образуется «векторно», т.е. $\bar{F} \times \bar{s}$, где \bar{s} — расстояние до оси вращения.

Энергия образуется «скалярно», т.е. $\bar{F} \cdot \bar{s}$, где \bar{s} — перемещение по направлению силы.



При умножении момента силы на угловую скорость ω имеет два компонента: изменение модуля ω (изменение угловой скорости вращения) и ортогонально к ω — изменение **направления**, что можно представить в полярных координатах:



Но ротор машины **не изменяет направления в пространстве**, что приводит к **очевидному** отбрасыванию члена «изменения направления». Но этот член есть **вектор нового направления**, т.е. увеличивает **размерность «пространства» физических понятий**. Крон называет этот член «кручением» $\Omega_{\text{кр}}$. Происхождение столь необычного термина естественно следует из дифференциальной геометрии. Если кинематика точки содержит первую производную по времени и не содержит «высших», то мы имеем «прямую». Если есть вторая производная, которых на самом деле **две**: одна изменение модуля скорости («тангенциальное ускорение»), а вторая — изменение направления — расположена ортогонально к вектору скорости («нормальное ускорение»). Если направление изменяется, то траектория точки является **плоской кривой**, т.е. **лежит в пространстве двух измерений**. Однако, если третья производная отлична от нуля, то в ней опять две×две компоненты: всего **четыре компонента**. По отношению к тангенциальному ускорению это: а) изменение модуля; б) изменение направления, но не по нормали, а по «бинормали». По отношению к нормальному ускорению это: а) изменение модуля (кривизны плоской кривой) и б) изменение направления по «бинормали». Эти два новых вектора в «бинормали» и превращают «плоскую кривую» в пространственную кривую с «кручением». **Когда плоская кривая совершит цикл, сопровождающий представляющую точку, вектор бинормали повернется на некоторый угол**. Этот «угол поворота бинормали» измеряется относительно цикла в плоскости (цикл в

плоскости означает $\delta = 2\pi$ радиан) и, хотя он обозначается в электротехнике $d\delta$, он является величиной, которая не зависит от угла δ , который совершает цикл. Этот угол $d\delta$ появляется в формуле

$$\frac{\omega - \omega_0}{\omega_0} = d\delta$$

и называется «скольжением».

В приведенном выше рассуждении мы встретили **три разных значения** понятия «угол».

1. сначала — это «обобщенная координата» $q = \delta$;
2. потом (производная по t) — это «обобщенная скорость» $\dot{q} = d\delta/dt = \varpi$ — вектор, ортогональный углу δ из первого пункта;
3. наконец (вторая производная) $\frac{d\dot{q}}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2} = \frac{d\bar{\omega}}{dt} = \frac{d^2}{dt^2} \delta$ — вектор, ортогональный «обобщенной скорости».

При постоянном моменте силы $M = [L^5 T^{-4}]$ и постоянной угловой скорости мы получаем мощность $P = M\omega$:

$$P = [L^5 T^{-4}][T^{-1}] = [L^5 T^{-4}],$$

а при «скольжении»

$$\frac{dP}{dt} = M\omega \frac{d\delta}{dt} = [L^5 T^{-5}][T^{-1}] = [L^5 T^{-6}],$$

т.е. **скорость передачи мощности**.

Заметим, что эти три значения понятия «угол», когда их отделяют от знаков производной, есть **грех чистых математиков**.

«Будем считать **время** — **скаляром**. Дифференцирование по скаляру не приводит к новым понятиям. Поэтому размерность x (смещение), dx/dt (скорость), d^2x/dt^2 (ускорение) — одна и та же».

Этот «математический бред» и приводит к тому, что «физический смысл» из «закорючек» инженер вынужден искать лично сам.

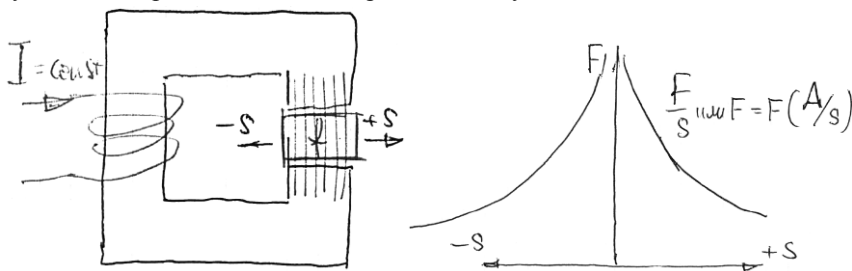
Вернемся к скольжению. Очевидно, если скольжение равно нулю, то никакой мощности (в отсутствие трения) **не передается**. Однако, если скольжение есть, но **плотность магнитного потока** (который «режется» этим «скольжением») **равна нулю**, то опять никакой мощности не передается. Произведение «скольжения» на «плотность магнитного потока» дает величину **передаваемой мощности**. Конечно, можно регулировать «передачу мощности» — скольжением, тогда никакие АРВ сильного действия не нужны. Но здесь нас ждет неприятность, которая связана с изменением **частоты**. Удерживая частоту, мы и обращаемся ко

второй компоненте произведения — плотности магнитного потока. Чем выше плотность потока, тем при меньшей величине скольжения передается та же мощность.

Мы с В.А. Штробелем еще не проверили одну гипотезу относительно величины «возвращающей силы» и ее зависимости от «расстояния». Принято думать, что «возвращающая сила» F является функцией $\sin\delta$. Может оказаться, что это не так.

Рассмотрим «примитивную систему». Между полюсами электромагнита, питаемого неизменным по величине током, помещен ферромагнетик f . Ферромагнетик может перемещаться без трения (если не считать «трением» пронизывающий его магнитный поток) в направлении $\pm s$. Как меняется «возвращающая сила» при «вытягивании» ферромагнетика из зазора?

Очень похоже, что обратно пропорционально расстоянию от **оси магнитного потока**. В этом случае существует константа A , величина которой определяется **плотностью магнитного потока**. Если поток равен нулю, то возвращающая сила обращается в нуль.



Допустим, что возвращающая сила равна $\sin[f(s)]$. Очевидно, что $s \neq \delta$, ибо с увеличением s сила уменьшается, а с увеличением δ — сила должна расти. Если положить $\sin[B/s]$, то с ростом s значение $\sin\delta$, где $\delta = [B/s]$, будет меняться нужным образом. Но где взять из нашей модели константу B , и зачем нужен \sin ?

*(Рукопись обрывается)*³⁶.

Уравнения движения для социально-экономических систем

Мы будем рассматривать производство «временного бюджета» человеческого общества, т.е. производство «человеческого времени». Мы ясно осознаем, что условия производства «человеческого времени» изучались различными науками, но мы хотим проводить это изучение

³⁶ Исходная рукопись содержит лауну, установить точный объем которой не представляется возможным. — прим. сост. Е.Б. Попова.

физико-математическими методами. Для этого нам требуется ввести несколько новых терминов.

Выделяя интервал «физического времени» τ , равный одному часу, мы можем сказать, что в течение этого «физического времени» τ в данной экономической системе имеется T часов «человеческого времени», где $T = \tau N$, а N — численность населения. Это общее «человеческое время» для каждого «часа» физического времени состоит из суммы «свободного» и «рабочего» времени, т.е.

$$T = T_s + T_r.$$

Система общественного производства по ходу исторического развития может рассматриваться как система производства всего «человеческого времени» и как система производства «свободного человеческого времени». Если мы рассматриваем общественное производство как производство всего «человеческого времени», то **цель** этого производства будет состоять в увеличении численности населения, т.е. в росте величины T . Если мы рассматриваем общественное производство как производство «свободного человеческого времени», то мы имеем в качестве **цели** — производство «свободной личности». Однако степень «свободы личности» мы можем измерять! Введение «меры» на свободу личности достигается соотношением

$$\frac{T_s}{T} \leq 1.$$

С другой стороны, можно рассматривать и «несвободу» как соотношение необходимости в виде

$$\frac{T_r}{T} \leq 1.$$

Но сумма этих величин на протяжении всей прошедшей и будущей истории остается постоянной:

$$\frac{T_s}{T} + \frac{T_r}{T} = 1.$$

Очевидно, что введение понятия «производство человеческого времени» и «производство свободного человеческого времени» позволяет рассматривать количественно всякие эмпирические «теории» и их практические следствия.

В настоящее время нет недостатка в различных теориях, которые декларируют «свободу личности». Мы очень долго и практически безуспешно пытались доказать физико-математическим языком

существование объективных законов исторического развития. Наиболее странным является удивительное нежелание считаться с объективными закономерностями именно тех, кто декларирует эту «свободу личности». Достаточно задать один вопрос: «Что является физико-математической предпосылкой свободы личности?» — как можно увидеть, что вопрос не может быть даже просто понят.

Рассмотрим простое воспроизводство. Обозначая выпуск продукции P , равный скорости потребления, можно записать, что этот продукт идет снова на производство продукта p_1 и на производство «человеческого времени» p_2 :

$$P = p_1 + p_2.$$

С другой стороны, человеческое время расходуется на выпуск продукта и «свободное» время:

$$T = T_s + T_r.$$

Общий выпуск продукта потребляет два вида «рабочего времени»:

T_{r1} — на выпуск продукта для производства продукта,

T_{r2} — на выпуск продукта для производства «человеческого времени».

Общий выпуск продукта P , таким образом, потребляет

$$P = p_1 + T_{r1},$$

а общий выпуск «человеческого времени», таким образом, потребляет

$$T = p_2 + T_{r2}.$$

Раскрывая значение левых частей

$$p_1 + p_2 = p_1 + T_{r1},$$

$$T_s + T_r = p_2 + T_{r2},$$

получим:

$$p_2 = T_{r1},$$

$$T_s = p_2 - T_{r1}.$$

А так как $p_2 = T_{r1}$, то

$$T_s = 0.$$

Полученный результат показывает, что «свободное время» равно нулю. Но мы же знаем, что это не так!

~~Чисто формально, чтобы «свободное время» не обращалось в нуль, необходимо, чтобы было~~

~~$$p_2 > T_{r1}$$~~

~~В этом случае~~

~~$$T_s = p_2 - T_{r1} = (P - p_1) - T_{r1}$$~~

Последнее выражение можно расшифровать так: свободное время может расти за счет роста уровня жизни (уровень потребления — p_2) и за счет сокращения рабочего времени на производство продукта: T_{r1} ³⁷.

Запишем отдельно все факторы, которые влияют на величину T_s :

$$T_s = (P - p_1) - T_{r1} = p_2 - T_{r1}.$$

Здесь мы видим, что «свободное время» может увеличиваться при росте объема всей продукции, идущей на выпуск продукции, и уменьшении рабочего времени на выпуск всей продукции. С другой стороны — оно увеличивается при увеличении потребления продукта типа p_2 .

Рассмотрим эти же соотношения в «другом языке» — в языке «денежного обращения». Выпуск продукции мы запишем в некоторых ценах и получим «цену» продукта P — D_P . Она состоит из «цены» продукта p_1 и «цены» рабочего времени T_{r1} :

$$D_P = D_{p1} + D_{Tr1},$$

$$D_T = D_{p2} + D_{Tr2}.$$

Если имеет место простое воспроизводство, то $D_T = D_{Tr1} + D_{Tr2}$, т.е. выпуск людей в денежном выражении:

$$D_T = D_{p2} + D_{Tr2} = D_{Tr1} + D_{Tr2},$$

откуда $D_{p2} = D_{Tr1}$.

Можно ввести «третий» язык — «язык отношений»:

$$P = p_1 + p_2 = p_1 + T_{r1},$$

$$T = T_s + T_r = p_2 + T_{r2},$$

откуда

$$\frac{P}{T} = \frac{p_1 + p_2}{T_s + T_r}.$$

Мы уже справились с описанием скорости выпуска продукции в терминах мощности³⁸, когда речь идет о физической мощности машин. Но всякий процесс потребляет и «физиологическую» мощность живых людей. Возникает вопрос о форме представления Человека в математической модели. Мы полагаем, что решение этого вопроса возможно на классическом пути — пути «производства» «свободного» и «рабочего» времени. Это означает, что в процессе воспроизводства —

³⁷ Фрагмент, приведенный зачеркнутым, вычеркнут в рукописи автором. — прим. сост. Е.Б. Попова.

³⁸ По всей видимости, здесь должна была быть ссылка на другую работу автора, поскольку предшествующий текст рукописи посвящен иным вопросам. — прим. сост. Е.Б. Попова.

воспроизводится и скорость выпуска продукции, и нечто, что мы будем называть «человеческим временем».

Обозначим скорость выпуска продукта \dot{x} , скорость выпуска «человеческого времени» — \dot{y} . Тогда

$$\left. \begin{aligned} \dot{x}_1 &= K_{11}\dot{x}_{11} + K_{12}\dot{y}_{11} \\ \dot{y}_1 &= K_{21}\dot{x}_{12} + K_{22}\dot{y}_{12} \end{aligned} \right\}$$

В этой записи \dot{x}_1 — скорость выпуска продукции (*рукопись обрывается*).

Кузнецов П.Г., Лаппо Е.И.

Основания тензорной методологии Габриэля Крона³⁹

Начнем с выяснения, что такое система. Следуя главному принципу научно-теоретического мышления, принципу восхождения от абстрактного к конкретному, рассмотрим сначала абстрактные идеализированные системы.

Для этого нам придется начать с Эрлангенской программы Ф. Клейна. Для не-математиков заметим, что в середине XIX века в математике создалась ситуация, которая характеризовалась появлением, наряду с евклидовой, многих внутренне непротиворечивых геометрий, в основе которых лежали либо независимые друг от друга, либо даже противоречащие друг другу аксиомы (Евклид, Лобачевский; привести примеры). Появилась необходимость объединить эти различные геометрии и как-то классифицировать в рамках единой математической теории. Такое обобщение было блестяще проведено Ф. Клейном в рамках т.н. Эрлангенской программы Клейна. В качестве объединяющего понятия Клейн взял понятие группы преобразований пространства. Клей показал, что каждой из имеющихся в то время геометрий (за исключением римановой геометрии) соответствует определенная группа преобразований соответствующего однородного пространства. Так, например, оказалось, что евклидовой геометрии соответствует группа движений трехмерного пространства (следовало бы говорить о многообразии, а не о пространстве, но мы пожалеем не-математиков); геометрическими объектами этой геометрии являются те и только те подмножества пространства, которые переходят в себя при преобразовании движения (сохраняются при движениях всего пространства), а геометрическими свойствами те и только те свойства, которые сохраняются при движениях. (Заметим, что если пространство координатизировано, т.е. задано его однозначное отображение в линейное пространство n -мерных векторов R^n , то упомянутые преобразования можно рассматривать как преобразования систем координат, а не как преобразования всего пространства). Т.о., как геометрические объекты геометрии Евклида, так и их свойства суть **инварианты** относительно преобразований группы движений евклидова пространства (или группы движений координатных прямоугольных систем). Аналогичные группы

³⁹ Текст публикуется согласно машинописному документу, приблизительно датируемому началом 1980-х гг. Публикуется впервые.

соответствуют аффинной, проективной, конформной и пр. геометриям, построенным над однородными пространствами.

Т.о., как только для евклидова пространства избирается группа движений этого пространства, оно получает структуру геометрии Евклида, геометрическими элементами и геометрическими свойствами которой будут те и только те, которые сохраняются при движениях. **Аморфное вначале пространство с помощью группы движений превращается в систему объектов, их свойств и отношений между объектами — эта система называется геометрией Евклида.** Аналогичные системы образуют другие упомянутые геометрии относительно соответствующих групп преобразований базисного пространства (многообразия). Все эти примеры есть примеры абстрактных идеализированных систем. Это **работающие** системы: например, на входе системы, называемой евклидовой геометрией, — аксиомы Евклида, на выходе почти вся классическая наука и частично новейшая (законы классической механики и пр.). Широко известна та роль, которую играют преобразования Галилея и преобразования Лоренца в синтезе таких абстрактно теоретических систем как классическая механика и специальная теория относительности — это второй шаг на пути от абстрактного к конкретному, поскольку обе подтверждаются экспериментально в трехмерном евклидовом и четырехмерном псевдо-евклидовом пространствах соответственно. Третьим шагом являются физически реализуемые технические системы, задаваемые, как правило, при помощи инвариантов. Четвертый шаг — это социально реализуемые экономические системы, на инвариантах которых мы остановимся немного позднее.

Т.о., системы как **понятие** образует группы преобразований базисного пространства, из элементов которого строится система (т.е. которое является «носителем» системы). Если пространство координатизировано, то проекции системы в частные системы координат суть **явления** системы, а инварианты групп преобразований представляют собой то, что в хорошей философии принято называть **сущностью** понятия, в данном случае — понятия системы. Заметим, что образование евклидовой геометрии шло следующим путем: сначала изучались эмпирические факты (т.е. **явления**), затем изучались **инварианты** (геометрические объекты и геометрические свойства, т.е. **сущности** наблюдаемых явлений), и только почти 2000 лет спустя была выделена группа движений, относительно которой найденные геометрические объекты и геометрические свойства являются инвариантами. Однако

после Эрлангенской программы путь конструирования геометрий стал прямо противоположным: сначала задается группа преобразований, затем ищутся ее инварианты (т.е. геометрические объекты и свойства), и лишь потом ищутся эмпирические факты (т.е. явления), которые реинтерпретируют данную дедуктивную теоретическую систему. Т.о., существует два пути исследования и конструирования эмпирической реальности: первый — от эмпирических фактов к **структурам допустимых преобразований** (СДП) — это пассивный путь, путь «собирательства»; второй — от СДП к эмпирическим фактам — это путь активного конструирования объективной реальности.

Однако существует еще и третий путь — от заданных инвариантов через СДП к эмпирической реальности. Именно два последних пути позволяют Человеку создавать эмпирические факты, объективно в Природе до этого акта не существовавшие. Мы видим, что история развития научного мышления повторяет путь развития человеческого общества: от собирательства к производству.

Если проследить внимательно историю развития евклидовой геометрии, то сразу же бросится в глаза, что понятие преобразования движения всегда неосознанно присутствовало в любом акте ее развития. Это не случайно — все развитие классической науки шло по пути поиска инвариантов неосознанных групп преобразований. Лишь переход к массовому конструированию сложных систем приводит к сознательному заданию инвариантов, а затем к поиску максимальных групп преобразований, для которых избранные объекты и свойства служат инвариантами. Экономическая наука не избежала этого процесса. В XVIII и XIX вв. она, исходя от стихийно возникшего в процессе развития человечества инварианта: частная собственность на средства производства (т.е. инвариантного отношения производителя к средствам производства) — приступила к поиску СДП этого базисного инварианта и других инвариантов, зависящих от базисного. Затем она переходит к сознательному заданию инварианта: общественная собственность на средства производства. После задания такого инварианта экономическая наука приступает к поиску их СДП (т.н. стационарных подгрупп преобразований в группе всех допустимых преобразований). Изучение групп преобразований, сохраняющих как первый, так и второй инвариант, было блестяще проведено К. Марксом и Ф. Энгельсом.

Если обратиться к техническим системам, то таким задающим инвариантом обычно является входная или (и) выходная мощность

системы (т.е. поток энергии, материи или информации на входе или (и) на выходе системы).

Аналогичное положение имеет место и в экономических системах, где обычно накладываются жесткие ограничения на потоки исследуемых величин (в частном случае это может быть денежный поток) на входе и (или) на выходе экономической системы. В частности, для расширенного воспроизводства необходимо превышение потока энергии на выходе над потоком энергии на входе экономической системы (для простого воспроизводства достаточно равенства этих потоков). Итак, системообразующими факторами являются либо задание СДП (группы преобразований) — тогда инварианты ищутся, — либо задание какого-либо множества совместных инвариантов — тогда СДП ищется. При этом между самими инвариантами могут быть заданы инвариантные же (т.е. сохраняющиеся при СДП) соотношения (например, отношения инцидентности точки и прямой в геометрии). Т.е. система инвариантных соотношений между инвариантами — тоже есть инвариант. Для электрических систем такими инвариантами являются, например, ток и напряжение, а инвариантным соотношением между ними — закон Ома и законы Кирхгофа. Задавая для одних и тех же инвариантных объектов A , B , C , ... различные соотношения между ними, мы будем приходить к различным системам в рамках избранной группы преобразований (сами конструирующие систему инвариантные объекты мы будем называть «катушками»). Действительно, известно, что из одних и тех же «катушек» можно «собрать» различные системы (т.е. различные **явления** одной и той же идеализированной системы, собранной из n «катушек», или различные ее проекции в различные n -мерные системы координат). Т.о., мы приходим к понятию сети, составленной из n «катушек» (рис. 1⁴⁰).

Различные проекции идеализированной сети из n «катушек» отличаются друг от друга только способом соединения (взаимодействия) «катушек». (Оговоримся сразу, что в терминологии Крона слово «катушка» не обязательно означает одномерный элемент. Элемент может быть 2-, 3-, ...мерным, так что сеть может быть в действительности полиэдральным комплексом любой размерности, т.е. состоять из симплексов любой размерности). При заданном числе «катушек» n можно различные системы-сети, составленные из этих элементов при помощи различных соединений, считать точками (состояниями) n -мерного пространства (или проекциями одной и той же точки в различные

⁴⁰ Исходный машинописный документ не содержит иллюстраций. — прим. сост. Е.Б. Попова.

системы n -мерных координат), которые переходят друг в друга при некоторых преобразованиях (пересоединениях), образующих, как это легко видеть, группу, которая и определяет **понятие** идеализированной системы-сети из n «катушек». Для нас важен подход, при котором все возможные сети, полученные различными соединениями «катушек», рассматриваются как проекции одной идеализированной сети в различные системы координат, так, что термин «преобразование» относится не к самой сети (или пространству, в которое она погружена), а к координатным системам. Именно эта точка зрения является главной причиной продуктивности подхода Крона (и Веблена, на работах которого основывается Крон). Геометрические инварианты, сохраняющиеся (т.е. не зависящие от выбора) при преобразованиях координат, образующих группу преобразований риманового многообразия (впрочем, Крон рассматривает и неримановы многообразия), называются тензорами (на самом деле, класс инвариантных геометрических объектов, рассматриваемых в современной математике, гораздо шире класса тензоров, но мы не хотим усложнять и без того сложную схему Крона). Тензор считается заданным, если он задан на какой-либо частной системе координат, указана группа преобразований координат и способ (формула), с помощью которого от координат в заданной системе координат можно перейти к его координатам в любой другой системе координат, получаемой из заданной преобразованиями указанной группы преобразований.

Крон рассматривает сети — системы на электротехническом языке, потому что электромагнитные взаимодействия распространяются на расстояние. Основной элемент в методологии Крона — «катушка». «Катушкой» называется любой элемент, на котором происходит рассеивание энергии и, следовательно, потеря мощности. Понятие энергии может трактоваться очень широко, как поток через систему чего-то, в результате чего в системе и ее окружении происходят изменения (понятно, что для регистрации изменений в системе в распоряжении исследователя должен быть некий инвариант, относительно которого регистрируются изменения). Этим «чем-то» может быть поток товаров, денег, физической энергии (на самом деле предыдущие потоки могут быть преобразованы в поток физической энергии). Способность «катушки» рассеивать энергию Крон называет **импедансом**. Собственный импеданс «катушки» есть постоянная величина. Но у «катушек» могут быть и взаимные импедансы, обуславливающие ее способность рассеивать энергию в присутствии (во взаимодействии) другой «катушки»

(то, что Крон называет **индуктансом** и **элластансом**). Последнее для нас особенно важно, ибо потребление существенно зависит от взаимодействия потребителей (на расстоянии!!!).

Вот пример экономической интерпретации закона Ома в цепи переменного тока:

$$\bar{e} = Z_{\alpha\beta} \bar{i} = \left(\frac{1}{c_p} + z + Lp \right) = \text{цена}$$

\uparrow \uparrow \uparrow
 капитальные заработная прибавочная
 вложения плата стоимость

$$C_C = C + V + m$$

\downarrow \downarrow \downarrow
 цена- постоянный переменный прибавочный
 стоимость капитал капитал труд

(Текст обрывается)

Кузнецов П.Г.

Проблема передачи и восприятия образов⁴¹

В речи тов. Ю.В. Андропова было сказано, что главный из показателей экономики — производительность труда — растет темпами, которые нас не устраивают. Я упоминаю об этом, поскольку и на июньском Пленуме этот вопрос также поднимался, что существует чего-то, что названо главным показателем. Показателей много существует, но, вероятно, есть какой-то главный. Таким образом, мы отделяем обычный показатель от главного. Потому что каждый вроде бы по произволу может назвать главным показателем нулевой. Но, если мы говорим, что главный из показателей экономики — производительность труда, что темпы нас не устраивают, и имеет место какая-то проблема, связанная, вероятно, с тем, что мы недостаточно ясно представляем себе, что такое труд, что называется производительностью труда, т.е. как определяется уровень производительности труда, как определяются темпы роста производительности труда, и как влияют наши конкретные решения, наши планы действий на темпы роста производительности труда.

Достаточно нам, как нам представляется, бесконечно много возможностей считать главным показателем что-нибудь другое, и растет этот показатель или не растет — судить по единым показателям.

Представим себе, что в качестве показателя, характеризующего экономику, мы избираем количество стульев, и будем принимать решение, которое влияет на число стульев, имеющихся в обществе. Стулья будут расти хорошо, но будет ли расти все то, что мы называем словом «экономика»? Поэтому выбор стульев, выбор числа столов, выбор числа тонн стали относятся к числу таких эмпирических показателей, но это показатели, а на роль критерия они претендовать не могут. По этой причине наша первая задача состоит в том, чтобы понять, откуда появляется показатель, который называется главным, как он измеряется, и как связаны конкретные решения с их влиянием на этот самый главный показатель — темп роста производительности труда.

Но, если бы я начал рассказывать об этом показателе и только о нем, мы бы никогда не добрались до предмета нашего разговора, который

⁴¹ Текст публикуется согласно машинописному документу, представляющему собой расшифровку аудиозаписи выступления П.Г. Кузнецова на заседании 12 «Проблема передачи и восприятия образов» совещания НИИОПП АПН СССР и ЦНИИпроекта Госстроя СССР по психологическим аспектам проектирования (11 января 1984 г.). Публикуется впервые.

должен соответствовать психологии управления. Здесь опять такие же неприятности, как и с главным показателем экономики.

Во-первых, что мы называем психологией, что мы называем управлением, и как понимать, каковы задачи, которые должна решать психология управления?

Ну, психология — у каждого индивида какой-то смутный образ, что называется психологией, имеется. Ну а когда мы устраиваем сочетание не «психология индивида», а «психология управления», то предполагают, что речь идет не об индивидуальном каком-то восприятии психического мира, а то, что имеет отношение к коллективу, как минимум, и поэтому индивидуальные точки зрения по отношению к коллективному сознанию как-то будут противостоять.

Здесь мы можем подниматься до уровня коллективного сознания в его наиболее развитой или высшей форме, т.е. мы можем говорить об общественном сознании как об историческом процессе становления разума всего человечества. И мы можем обсуждать, как психологические проблемы решает индивид, опираясь на то, как он лично понимает этот мир, и как эти задачи, которые стоят перед людьми, исторически решались всем разумом человечества, с лучшими представителями человечества, на протяжении всей истории человечества.

Задачи, которые разуму предъявляла история, решались не по ведомству тех, кто изучает психологическое поведение отдельных людей. Так, поэтому разум как бы человечества, становящийся в процессе исторического развития, является эталоном того, как думает человечество; хотя мы вроде такого феномена обнаружить не можем, но этот феномен оказывает непосредственное действие на каждого человека — в виде речи собеседника, в виде разных книг, в виде достижения науки, культуры, техники и т.д. Так вот, законы, которые управляют разумом человечества, немножко не те, которые имеют место в индивидуальном сознании. Поскольку мы хотим довести сознание руководителей в рамках автоматизированных систем управления до той логики, которую историческим развитием выработало человечество, то, очевидно, мы должны знать, через какие этапы или ступеньки проходят эти два его сознания, поднимаясь до разумного мышления, т.е. до уровня того, что можно было [бы] на самом деле назвать умением думать.

Для того, чтобы умение думать не было каким-то абстрактным понятием, я буду полагать, что умение думать — это умение составлять планы коллективных будущих действий.

Качество этого умения означает, что при умении думать составляемые планы реализуются коллективом, не требуя коррекции. А для этого нужно постижение истины, реализуемое практикой при реализации планов, и адекватное мышление, которое практикой и подтверждается. Так вот, процесс составления планов будущих действий коллективом и будем называть делом Логике. Чтобы их различить, я буду писать так: «дело Логике» — это составление планов будущих действий, где логика понимается как то, что обеспечивает адекватное описание. Процесс же реализации планов будет «логикой Дела». Поэтому я дал такую вводную. А дело все в том, что взялись мы обсуждать проблему мышления, и совершенно забываем о том, что люди должны что-то делать, что мышление у меня оказывается совершенно оторвано от критерия истины в виде практики. Поэтому реализация планов и есть практическая проверка того, насколько адекватно я понимал и задачу, и пути ее решения.

И обычное изложение истории философии как изложение «дела Логике» оказывается очень часто оторванным от «логики Дела», т.е. от фактической, практической, трудовой деятельности «практика трудовой деятельности». У нас имеется много людей, которые все-таки сохранили то величайшее достижение в культуре научного мышления, которое связано с рождением марксизма, т.е. умением понимать объективную закономерность исторического развития. Но вот продвижение в этом направлении оказывается в некотором роде затруднительным. Я пытался представить себе логику истории, исторического развития этого понимания — она очень длительная, чуть ли не тысячелетие. Имеется колоссальное количество книг, колоссальное количество очень умных людей, которые образуют как бы последовательные ступеньки того, что человечество делало.

Я бы хотел разбить характер психологического мышления на три этапа. Конечно, это не я, это сделал (*неразборчиво*), это ему принадлежит членение. Идея состоит в следующем:

1. Это выработка догматического мышления, такое последовательное, аккуратное вплоть до самых развитых форм. Идеалом догматического учения является физико-математическая теория, построенная по образу и подобию. Это будет догматическое. Можно сказать так. Вот Вы очень здорово понимаете про физику и математику — будьте любезны, предъявите мне физико-математическую теорию Вселенной, из которой в качестве частного случая будут следовать все остальные науки, включая (*неразборчиво*), построенного на этих постулатах, и психологию

управления. Но, поскольку теория должна быть одна, вот и давайте, чтобы она была как следует сделана. Доведенная до предела, вот до такой постановки вопроса создания физико-математической теории Вселенной, человеческим разумом будет обнаружено, что каждое слово, которое можно положить в основание такой теории, можно заменить на отрицание. И можно строить физико-математическую теорию Вселенной на прямо противоположных аксиомах. Это будет стадия, когда человек начинает понимать, что как одна физико-математическая теория, так и прямо противоположная ей, построенная на других аксиомах, имеют равное право на существование, а, следовательно, ни одну из этих двух теорий нельзя назвать истинной. И поэтому всякие поиски истины, всякие поиски объективных законов обречены на неудачу. И поэтому я могу говорить это так, а с другой стороны прямо наоборот, а как оно на самом деле — Бог его знает. Вот здесь Господь Бог у меня служит аргументом, который позволяет мне сделать отсылку, не разбираясь в предмете и не зная сути дела.

2. Критическая точка зрения, наиболее ярко представленная в истории науки Кантом. Т.е. Кант показал, что всякая попытка сделать физико-математическую теорию Вселенной обречена на неудачу, потому что каждой аксиоме первой теории можно противопоставить аксиому второй теории. Чтобы это было более или менее понятно, что когда нужно делать физико-математическую теорию Вселенной, я могу просто назвать парочку аксиом. Я могу построить теорию на предпосылке, что мир в пространстве бесконечен, — а почему бы мне не принять в качестве аксиомы, что мир в пространстве конечен? Я могу считать мир во времени бесконечным, и я могу считать мир во времени конечным. Исходя из этих вещей, можно построить четыре разные теории:

- 1) Мир бесконечен в пространстве и во времени.
- 2) Мир конечен в пространстве и во времени.
- 3) Мир бесконечен в пространстве и конечен во времени.
- 4) Мир конечен в пространстве и бесконечен во времени.

И все у нас по хорошей теории, а кто из нас прав — неизвестно. Тем более, что в разных случаях, как известно, нужно пользоваться разными теориями. И поэтому вопрос об истине — есть вопрос о конвенции: какие аксиомы в нашей конструкции принять.

3. Поскольку такая трудность возникла, то появились разные посылки, а ежели на чашку весов какой-нибудь из логических теорий положить практику, которая и послужила основанием для появления того термина, который сегодня называется «деятельность»? Это как раз ответ

Канту со стороны Шеленга и Фихте. «Концепция деятельности» — сейчас все говорят, а до «концепции деятельности» нужны еще две ступеньки. Поэтому, когда о деятельности говорят — это легкий веселый разговор. И вот появление в качестве логического аргумента, а логическим до этого времени считалась логика текста, и вот появление такой практики и привело к тому, что мы сегодня называем диалектическим и историческим материализмом, — это третья стадия.

Практически сегодня с каждым руководителем, с которым нам приходится иметь дело, мы должны установить, какие позиции он занимает. Встречаясь с людьми с физико-математическим образованием, почти безошибочно можно сказать: Вы имеете дело с догматиком. Развитое физико-математическое мышление с необходимостью, присущей случаю, приводит к догматизму. Ежели этот догматик пару раз в жизни накололся, из него рождается некоторый скептик со всякими предположениями о конвенции: «У тебя такие аксиомы, у меня такие, ты со своей теорией, у меня своя теория». А где какая — Бог ее знает. А потом возникает третья стадия, которая относится к диалектической логике.

Так вот, вернемся к вопросу логичности: т.е. (*неразборчиво*) берем парочку, то, наверно, знаем возможность формального изображения всяких планов, использующие возможности наших пространственных восприятий или пространственных восприятий тел и наших восприятий движений. Ну, например, такие утверждения: все тела — протяженны. Эта истина отличается от истины «все лебеди белые». Я говорю: «Все лебеди белые», — а потом появляются черные лебеди. Это эмпирическое заявление. А все тела природы протяженны — является утверждением, которое не может быть отвергнуто никакой практикой, никаким опытом. Потому что непротяженных тел в природе не бывает. Протяженность и тело — это два названия одного и того же. А теперь в качестве альтернативы я приведу такое: все движения обладают длительностью. Для движений характерна не их пространственная протяженность, а их длительность. Так вот, когда хотели «поженить» пространственные тела типа «тело – мозг» и «поженить» движение, то, когда мы говорим «мышление», то возникает вопрос, имеем ли мы дело с мышлением как с телом, обладающим пространственной протяженностью, или имеем дело с мышлением как некоторым движением, которое требует времени. Вот так, чтобы хорошо подумать, нужно время. И уже для того, чтобы хорошо подумать, хотя границ в пространстве для мысли нет, оно может охватывать всю Вселенную, далеко за пределами черепной коробки, а вот

время человеку всегда надо. Поэтому такой фундаментальной характеристикой движения является время. А вот такое понятие как движущаяся материя, которое характеризуется и телом, и движением одновременно, приводит к такому непонятному синтезу — или пространственная протяженность, или длительность.

Так, теперь о форме изображения планов: стрелочками изображают длительности, а событиями изображают нечто, что имеет такую же определенность, как и тела, и связано с некоторым предметом. Поэтому изображение всех планов в форме сетевых моделей является очень полезной абстракцией, на базе которой можно, зная основание такое абстракции, говорить об использовании ее для проверки того, насколько люди научились мыслить, насколько научились они составлять планы будущих действий.

Еще одно расчленение, которое на эти три градации можно провести. Вот есть чего-то обзываемое материализмом и чего-то обзываемое идеализмом. Очевидно, и догматик может быть и материалистом, и идеалистом; и скептик может быть и материалистом и идеалистом, хотя у скептика как у агностика, он говорит: «Вот, конечно, мы познаем свои собственные ощущения, а что является их причиной — Господь Бог или материя — это я не знаю». Поскольку скептику такая штука не нужна. И вот потом может быть диалектик, который является либо идеалистом, либо материалистом. Это внутри вот этих трех ступенек такую градацию полезно провести.

А теперь мы возвращаемся к основному вопросу о логичности. На каком основании считаем, что это логично, откуда берется понятие «логичность»? Если у меня есть план действий, и каждое действие реализовано, приводит к конечному заданному результату, я могу говорить, что запланировал действия логично. А ежели мне придется корректировать составленный мной план, потому что я чего-то не принял во внимание, значит, это будет нарушением логики.

Логичность исторически связана с причинно-следственной связью. Говорят, что все имеет свою причину. А наблюдать причину в природе мы не можем. Мы можем говорить, что случилось раньше, что случилось позже, а что из чего следует — это вещи ненаблюдаемые. Поэтому причинно-следственные связи мы установить не можем. Но вот, невзирая на то, что философы давно решили некоторые проблемы, связанные с причинно-следственными связями, естественно, а как будет эта противоположная точка зрения — можно определить. Скептик говорит: за причиной идет следствие. Ну как может скептик поступить? «А я считаю,

что в этом мире следствие предшествует причине». Может быть такой наглый скептик? А я буду говорить: причиносообразность противоположна целесообразности. Цель, еще не достигнутый результат, является причиной моих действий. А только потом будет получен результат. Скептик на любое утверждение найдет противоположное. Так вот, диалектик — это скептик, который перестает быть скептиком. Он уже хорошо понимает, что каждому заявлению всегда можно противопоставить противоположное.

Так вот, на фоне развития естествознания попытка постичь логику, да и еще логику во времени, привела к тому, что на фоне высокоразвитого естествознания, в котором обнаружили всякие законы сохранения: законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон сохранения движения, закон сохранения количества движения, закон сохранения энергии, вот все эти законы — они безразличны ко времени. Раз эти вещи сохраняются, то в этом мире ничего не развивается, а вот имеет место такая тенденция. Но как найти причину всех причин, которая применима везде? Так вот, под принцип причиносообразности люди нашли общую причину. Но, наблюдая природу, мы видим, что почему-то камни сверху вниз падают, а снизу вверх не летят. Это какая-то естественная причина. Почему-то нагретый чайник в комнате охлаждается, а не наоборот, не собирает тепло из комнаты и не кипит. Значит, везде есть перепады чего-то, называемые потенциалами. И вот эти все потенциалы имеют тенденцию выравниваться. Вода течет сверху вниз, электрические потенциалы выравниваются в силу утечки, и вот, как это все обозвать, всю совокупность наблюдаемых естественных причин? Вот ее и обозвали законом энтропии — единственный эволюционный принцип, который есть на всю физику. Этот же принцип можно было бы сформулировать и так, что всякая физическая система изменяется так, что ее способность совершать работу с течением времени может только уменьшаться. Насколько хороша эта теория — возьмите книжку 1951 года, Ландау и Лившиц «Статистическая физика». Там будет в предисловии сказано: «Вот принцип роста энтропии является принципом, который из физики определяет направление времени. Все природные процессы ведут к увеличению и росту энтропии, что характеризует историческую тенденцию эволюции для всех вещей. И теперь, так сказать, в направлении истории у нас есть принцип». Хорошо написано. Но книжка издания 1951 г., потому что как в других изданиях не совсем то было написано. Такой принцип был провозглашен как физический принцип истории. Но неприятность — энтропия растет и стремится к равновесию.

А когда она пришла к равновесию, энтропия перестает расти. Значит, для системы, пришедшей к равновесию, время перестает идти. Нехорошо. Поэтому во втором издания там уже так: (*неразборчиво*) физик-теоретик на уровне догматического мышления, хорошо поставлено физико-математическое мышление. А между тем, появляются геологи, психологи, и говорят: «Конечно, камень не падает снизу вверх, а человек на гору лезет, он, видите ли, альпинизмом увлекается. Это что его туда толкает? Это же явно вопреки законам природы». И вот, когда из этого принципа универсальной и причиносообразности чего-то не следует, то появляется желание: а давайте возведем принцип, как и полагается нормальным скептикам, с точностью наоборот. Вот есть причиносообразность — целесообразность. Как «поженить» эти два мира? В одном мире действует причиносообразность, а в другом целесообразность. В одном мире камушек падает сверху вниз, а вот рыбка наоборот, по течению снизу вверх. Тут начинает появляться масса синонимов для термина «целесообразность». Какие же это синонимы? А синонимы появляются так. Это все для технической системы, а в информационных системах все не так. Там, где примешивается информация, там может быть все и на так, как в причиносообразности. Организация, управление — все эти слова мы говорим тогда, когда мы встречаемся не с принципом причиносообразности, а с принципом целесообразности. Организм, деятельность, вот планеты двигаются — это деятельность? Нет, это движение. А деятельность — она целесообразна, а не причиносообразна. Здесь начинается мышьяная возня, но мы уже дошли до хорошего скептицизма. Ну, а как «поженить» эти два принципа? И здесь оказывается, что два указанных принципа рассматриваться как законы не могут. Это не законы, а правила. А законы отличаются от правил, что их нельзя нарушать, а правила нарушать можно, нет правил без исключений. Почему множество явлений мы называем словом «закон», хотя явления относятся к разным областям? Какой же смысл имеет закон? Закон — это то, что при всем желании нарушить нельзя, иначе это не закон, а правило мы нарушаем.

Постепенно мы добираемся до того, есть ли у истории законы. И, между прочим, старик Кант был первым, кто почувствовал, что в хаосе кажущихся случайностей исторических явлений действуют или прокладывают свой путь некоторые законы, которые он ввел как принцип категорического императива. Категорический — безусловный. Вот если правила зависят от условий, то закон — безусловен, в этом смысле категоричен. Ну а как этот категорический императив понять, распознать,

выявить — вот эту задачку после надо, когда уже практика была введена в качестве логического аргумента хотя бы в конструкции Гегеля, появилось такое понятие «труд». Есть нечто называемое жизнедеятельностью животных, а есть нечто называемое трудовой деятельностью человека. Когда мы хотим понять, что такое мышление, то должны говорить: «Мышление есть предикат, субъект коего труд». Логическая форма суждения имеет такой вид:

«Труд есть мышление».

Поскольку логическая форма категорическая, то можно писать наоборот:

«Мышление есть труд».

Вот тут есть над чем поразмыслить. С другой стороны:

«Труд не есть мышление».

«Мышление не есть труд».

Вот такие четыре ступенечки для обсуждения представить себе весьма полезно.

Чем отличается трудовая деятельность от жизнедеятельности животных? Даже внешне? Чем отличается трудовая деятельность человека в процессе его становления как человека от жизнедеятельности животных? Где характерная особенность?

Где характерный признак?

Мягкая мочка уха.

Климова: В наличии символов.

Кузнецов: Каких символов?

А можно сказать так: ребенок сначала есть, а потом он в чрево матери попадает? Может быть, нужно рассмотреть какую-то эволюционную цепочку? С чего начинается труд? Исторически. С чего он начинается? Может быть, символы сами — следствие чего-то другого? А вот чего? А труд чем характеризуется?

(неразборчиво)

Кузнецов: Уже похоже. А что такое орудие труда? Чем оно отличается от жизнедеятельности животного?

Орудие труда является телом живого организма? А? Нет, это внешний предмет. Но внешний предмет становится между человеком и природой. А зачем человеку ставить внешний предмет между собой и природой? А? А можно ли сделать что-то, что делается с помощью внешнего предмета, без него? Можно, похуже. А хитрость ума и состоит в том, чтобы заставить природное тело служить его целям — в этом состоит хитрость ума. Хотя он может и не знать, просто испытывает, чем удобной

ковырять землю: палкой-копалкой или собственными когтями. Вот это появление предмета и обезьянничанье в использовании предмета труда, т.е. орудия труда — копирование является первым шагом в становлении труда. А вот теперь появится потребность в человеческой речи в отличие от звуковых сигналов животных. Звуковые сигналы животных связаны с потребностью в пище, опасности и продолжением рода. А вот для палки, которой ковыряют землю, нужно указать свойство, которое есть не пища, не опасность, не продолжение рода. Какие же у палки-копалки свойства окажутся? Она должна быть твердой и острой. Это какие слова? Опасность? Продолжение рода? Это слова, которые произносит человек, становящийся человеком, но которые являются не его, а свойства тел природы, называемыми орудиями.

Вот эти слова — звуковые сигналы, которые, с одной стороны, выражают свойства тел природы, играющих роль орудий. Произносятся как звуковой сигнал человека, но имеют в себе несубъективную характеристику свойства, которое есть у тела природы. В голове человека со звуковыми сигналами оказываются связанными такие звука, которые, хотя и отражаются у него в сознании, а принадлежат не ему, а природному телу, которое есть орудие. Вот здесь возникает сверхфеномен. Оказывается, звуковые сигналы, относящиеся к орудию, в состоянии воспроизвести в сознании человека предмет, которого нет в поле зрения. Это рождение образа. Когда мне хотят сказать, что у животных тоже есть образы, я говорю: «Да, есть». Но образы непосредственного восприятия окружающей действительности, из коей животное себя не выделяет. А вот абстракция этой самой палки-копалки, когда она как образ палки — твердой и острой — возникает в голове. Это не животная абстракция. Можно поставить эксперимент.

Допустим, я научил обезьяну ставить ящик на ящик и палкой доставать банан. Она это у меня все здорово делает. Теперь я перегораживаю комнату прозрачной сеточкой, обезьянку ставлю по одну сторону, а по другой стороне от сетки оставляю вещи. Теперь пусть обученная обезьянка расскажет необученной, как ставить ящик на ящик и палкой банан доставать. Оказывается, в звуковых сигналах животных названий свойств тел природы нету, и поэтому воссоздать образ, как ставить ящик на ящик и палкой банан доставать — вот это обученная обезьянка передать не может. Вот здесь будет становиться речь. Поэтому между трудом и мышлением появляется еще одна ступенька, которая связана со становлением речи. А речь связана с образом, который есть в голове, или нет? Звуковые сигналы, которые с Вашими образами не

взаимодействуют, Вы за речь не осознали. Следовательно, то, что мы хотели в нагрузку за смысл слова загнать — это относится к речи (уже как человеческой) и связано с возникновением образа предмета, которого нет в поле зрения. Поэтому фундаментальная психофизическая проблема, идущая со стороны Декарта, как раз и связана с тем, как Вы у себя в голове отличаете образ Луны как внешнего предмета от нарушения обмена в Вашем мозгу. Как Вы можете сказать, что это не галлюцинация Ваша, а образ действительного предмета, который находится за пределами головы? Старик Мальбранш говорил: «Конечно, защитники осажденной турками Вены целились в трансцендентных турок, тех, которые у них в образах, а ядра из пушек поражали действительных турок, которые были не только за пределами головы, но и за пределами крепости». Так вот, как сообразуются образы в голове с тем, что происходит в действительности? Как сообразуется эта логика манипуляции с образами в голове с логикой дела — это есть их психофизическая проблема. Триста лет прошло с тех пор. Вот психолог. Что Вы нам можете сказать о решении проблемы? Кто вам про нее рассказывал?

Старик Декарт говорил: «Если мне сделают искусственную обезьяну, похожую на настоящую, я ее от живой обезьяны не отличу. А вот если человека мне предьявят, я его точно отличу». По каким признакам можно отличить человека от автомата?

— *По совершенно конкретным.*

Кузнецов: Это вопрос о том, может ли машина мыслить? И прочие, прочие слова. Это все одна и та же проблема. Чтобы Вас никакие математики не забивали, математиков надо прикупать следующим образом: человек в возрасте тридцати лет в состоянии опознать примерно 10^5 предложений родного языка. Вот что это за число? Большое число? Должно быть. Вот чтобы его расшифровать, по-человечески я скажу так: если он будет распознаваемые предложения произносить по одному в секунду, то в году 30000000 секунд, и слушать Вам его придется 33 млн. лет. А он к 30 годам уже это все имеет. Вот как это объяснить? 33 млн. лет рассказывать это нужно, а возраст его 30 лет. Есть всякие машинные штучки, вроде распознавания образов.

Вот наличие этих образов в головах людей является специфической особенностью людей. Образы воссоздается звуковыми сигналами речи и позволяют человеку кроме внешнего взора иметь внутренний взор. Процесс становления внутреннего взора, т.е. умения видеть предметы внутри головы, и можно считать началом становления психологии — всякой, разной. Следовательно, понять проблемы, которые возникают в

психологии — это понять эволюцию вот этих самых образов. Теперь легкий вопросик: а все ли образы, имеющиеся в человеческой голове, получены с помощью органов чувств, или не все?

— *Не все.*

Кузнецов: Есть ли в голове человека образы, которые он опознает, если ему предъявят предмет, хотя этого предмета он ни разу не видел?

— *Да.*

Кузнецов: Из чего они созданы?

Они созданы за счет человеческой речи. Следовательно, человеческая речь является орудием, которое позволяет видоизменять образы в сознании собеседника.

Вот здесь и проходят водораздел между генетиками и диалектиками. Биологический социальный водораздел. Так вот, образы, рождаемые с помощью речи, через речь как общественное явление — все социальные. Социально-общественны, потому что они связаны лишь таким общественным механизмом как человеческая речь. Если уж генетиком быть до конца, то скажите мне, какое сочетание аминокислот в ДНК и РНК соответствует образу Луны? Давайте на каждый образ, который есть в человеческой голове, подберем по соответствующему гену. Сразу станет ясно, что генетика на эти вопросы отвечать не может и не должна.

Ну, а теперь начнем с первого шага. Как в голове собеседника сформировать образ предмета, которого в поле зрения не было? Предмета не было в поле зрения, а я хочу рассказать. Как я это должен сделать? Какой будет исторический шаг, чтобы формировать знание (наличие образа в данном случае) в голове собеседника, когда он этого предмета не видел? Обратите внимание — предмет!

Климова: *Нужно, наверно, комбинировать этот новый образ из уже известных.*

Кузнецов: Значит, для этого используется эталонный предмет природы, на который можно показать пальцем. «Вот это видишь?» — Вижу. «А вот то, о чем я тебе хочу рассказать, ему подобен. А этим, этим и этим — отличаются». Значит, у меня возникает некая логика сходства и различий. Вот логика внешнего сходства и различия предмета и есть основание для формальной логики. Как мы там соединяем предметы? По сходству? Указывая на различия друг от друга. Вот это и есть способ образования абстракции, который выделяет абстрактно-всеобщее, в отличие от конкретного.

Должны ли люди это делать? Должны. Мы ведь большинство знаний о мире получаем не с помощью собственных органов чувств, а

читая книги, слушая людей и т.д. Я произношу слово «друг». Слово «друг» произносит ребенок, слово «друг» произносит архитектор. Слово мы все одинаковое произносим, а образы видим одинаковые или нет? Вот это различие в образах будет называться различием в смысле.

Различие в смыслах есть различие в образах, которые имеются в головах людей.

Так вот, формируя такого рода образы с помощью речи, человечество обнаруживает неудобство использования в качестве эталонных предметов — предметов природы. В чем дело? А предметы природы изменяются, и поэтому то, что я рассказал, используя в качестве эталона предмет природе, можно читать и получать понимание моего текста, пока эталонный предмет один и тот же. А в природе нет неизменных предметов. Чего делать? Как сделать знания непреходящими, чтобы их можно было бы транслировать из поколения в поколение? У человечества возникает проблема — а нельзя ли сделать такой мир эталонных предметов, которые обладают универсальными свойствами, встречающимися в природе? Эти образы должны оставаться тождественными самим себе. Тогда объяснение с таким эталоном будет обладать непреходящей силой. Хорошая мысль. Если я могу делать обычные образы, я могу сделать и такие необычные, с уникальным свойством: эти образы всегда остаются тождественными самим себе. Слово «квадрат» все сидящие здесь понимают одинаково. Любой настоящий квадрат при любом измерении остается четырехугольником. И стороны у него не совсем равны, и углы чуть-чуть не прямые, а абстракция квадрата у всех одинакова. Так вот, если я использовал для описания эталон природы, то мои описания обладают кумулятивным характером. Предмет изменился и — чего я там писал, непонятно. А вот геометрический квадрат мы произносим так же, как и греки произносили.

Но вот науке Нового времени дошло человечество до того: «Нет, братцы, все науки надо делать так, как была сделана геометрия Евклида». За 2000 лет множество книжек написали, и все они, написанные на естественном языке, какие-то непонятные. А вот геометрия Евклида была, есть и будет. И все в ней понятно и аккуратно. Поэтому научно — это по образу и подобию геометрии Евклида. Появляется фундамент, на котором будет стоять догматик. Догматик, кроме того, что он догматик, умеет работать с образами математики. А образы математики отличаются от обычных образов естественного языка именно своей неизменностью.

Ну и где же будет трагедия догматика? Вот он все разделы математики освоил. Такой математический гигант. Но! Все объекты

математики неизменны, а мир меняется. Теория хорошая, а мир живет не по теории. Вот появляется вопль разработчиков машинных систем управления: «Пока всех руководителей математике не выучим — ничего с АСУ мы не сделаем». Психологический барьер? Никаких психологических барьеров, они просто математики не знают. Они говорят слова, которые из теории вылазят. Вот задачка линейного программирования: сделайте план оптимальный. А в Госплане говорят: «Нет, это надо, чтобы пять лет продукты были постоянные, а на 10% продукты обновляются, так эта оптимальная модель обязывает меня не делать ничего нового. Ваши модели неадекватны реальности». А они отвечают: «Они ведь уже на полном вооружении всей математики».

Нет, жизнь устроена иначе.

Жизнь не состоит из неизменных математически идеальных предметов. А жизнью называют характер мышления, когда человек свойства этих идеальных математических объектов начинает переносить на реальную почву. Метафизик — такой человек, у которого вещи и их мысленное отображение неизменно. Да? Метафизик — это такое затасканное слово. Метафизикой всегда называли то, что лежит за рамками естественных наук и относится к культуре научного мышления. Поэтому метафизик (как у Аристотеля это описано) за рамками физики и относится к логике. Метафизик, который сегодня, уже другой. Тем не менее, становление метафизического мышления происходит при развитии физико-математических наук, особенно с учетом того, что все законы природы записываются языком математики. Ни одного закона нет, который бы не был записан языком математики. С закона Кеплера и Ньютона и науки начались как науки, по-настоящему. С одной стороны, мир описывается в математике, с другой стороны, мир меняется, а математика состоит из неизменных предметов.

Как тут быть? И вот тут возникает две тенденции.

Догматик — либо считать мир неизменным, похожим на мир идеальных математических предметов, либо, как господин Заде предлагает, — нечеткие расплывчатые нормы. Поскольку мир меняется, то нельзя ли сделать математические объекты, которые так же, как мир, слегка изменяются. Две альтернативы: либо мир считать неизменным, либо математические объекты считать слегка изменяющимися, чтобы они чуть-чуть за мир цеплялись.

Нужно ли было две тысячи лет затратить человеку, чтобы производить мир идеальных математических предметов, тождественных самим себе, в качестве эталонов, чтобы от этого достояния истории

отказаться? Математик пишет формулу и говорит: это окружность, это гипербола, это парабола. Вопрос в том, понимаем ли мы математический текст, когда у нас с этим текстом связаны образы. Математическое мышление в силу того, что там времени нет, — это мышление геометрических предметов. Именно по этой причине к геометрическим предметам относится мир предметов и образов, но это не мир движения, поэтому заключение о предметах не предполагает действий, которые мы совершаем с предметами, а если действие совершатся, то оно совершается с неизвестными предметами. Отсюда возникает масса проблем, когда мы хотим реальную ситуацию описать адекватно математической теорией. Но для этого нужно математиков-догматиков довести до проблем настоящих, когда они идут на построение всяких систем, системный анализ, то в пределе мы придем к тем вопросам, перед которыми стоял Кант. Кант сделал математическую, аксиоматическую теорию Вселенной, где все должно выводиться в качестве логических следствий, а т.к. мир математики лишен времени, то возникают трудности. А т.к. догматик может принять как одну аксиоматику по конвенции, так и другую, то конвенция (*неразборчиво*) математический есть первый шаг скептицизма, вот к скептицизму он и дошел. Как это выглядит? Я могу считать, что мир в пространстве конечен, а могу считать, и что мир бесконечен. Вот «конечный» и «бесконечный» являются предикатами, которые прямо противоположны. А может ли быть мир и конечным, и бесконечным? Вы уж выбирайте что-нибудь одно. Вот здесь кончается предмет формальной логики. Откуда такие слова «конечный» и «бесконечный»? Оказывается, старик Кант в своих антиномиях дошел до вида изменения категории.

Впервые категории ввел Аристотель. Он ввел их очень просто. Если я возьму словарь языка, то каждое слово может рассматриваться как входящее в другое слово, либо как слово, которое охватывает целый куст, целое дерево слов в словаре. Вот те слова, которые охватывают куст, являются его вершиной, т.е. ни в какое другое на правах части не входят, — категории или предикаты. Но, поскольку словарь конечен, то не может же быть, что не было бы такого конечного списка, которые стоят наверху. И Аристотель выдвинул 10 штук категорий, появились плюс еще 5 штук. После этого все логики пытались их усовершенствовать, навести порядок. Математики говорят, если удобнее сделать классификацию, значит, замысел несостоятелен, если 1000 лет чего-то не решают. Вот когда мы дошли до Канта, тут обнаружили, что категории образуют парочки, прямо противоположные.

Одно и то же мышление у догматика, у скептика и диалектика, но это три разные формы мышления. Как ребенок проходит эволюционный путь, так и индивид проходит их в своем сознании. Некоторые проходят три формы. Одни проходят только первую и останавливаются на ней. Общественная психология — это общественное сознание. Каждый индивид определяется системой общественных отношений. Образы в голове создаются системой общественных отношений, в которые он вступает, и при разных системах общественных отношений один и тот же исходный материал может иметь разные образы. Это определение человека в терминах системы общественных отношений. Вот, например, капитал — это собственность на средства производства. Как собственность на средства производства отобрали, значит, и капитала нет.

Как можно собственность приобрести на систему общественных отношений?

Орудие — первое проявление хитрости разума. Вставляя орудие между собой и природой, человек заставляет орудие достигать его целей. Но иногда хитрый разум между собой и природой вставляет и человека — это будет обыденная психика. Был у меня один знакомый. Прихожу — у него всегда все в порядке. Тогда зачем он на меня обижается?

Наивность и догматизм — родные братья.

(Аудиозапись заканчивается)

Кузнецов П.Г.

Памяти Эвальда Ильенкова⁴²

«...окончательный продукт всей работы
в области философской диалектики —
решение конкретных проблем
конкретных наук»

Э. Ильенков

Научная теория

Только в нашей стране, где наличие ученой степени и ученого звания гарантирует прибавку к «жалованию», мы по-прежнему лидируем в мире по числу кандидатов и докторов наук. Я думаю, что если даже половина выедет за границу, то и это не отнимет у нас пальму первенства — недостающую часть мы быстро восполним.

Очевидно, что не существует связи между количеством ученых со степенями и числом новых технологий, которые соответствуют мировому уровню. С другой стороны, я могу поручиться за наличие в нашей науке около миллиона человек, научная подготовка которых заметно превосходит средний мировой уровень. Этот парадокс имеет... идеологическое объяснение.

Промышленный и экономический застой в Германии XVIII-XIX веков дал человечеству Канта, Фихте, Гегеля и Фейербаха. В силу оголтелого крика беотийцев я не называю продолжение этого ряда. Многолетний философский застой в нашей стране подобным образом дал человечеству Эвальда Васильевича Ильенкова. Его работы, хотя и встречали трудности с публикацией, достаточно хорошо представлены в нашей философской литературе. Вроде бы грех жаловаться на отсутствие известности Э.В. Ильенкова как в нашей стране, так и за рубежом (он переведен по инициативе иностранных издательств почти на двадцать языков). Но есть нечто, что является его подлинным личным достижением, что осталось «за кадром» его многогранной деятельности. Как бы это ни звучало странно, но он был «философ-практик». Это означает, что его философская культура не «зависала» в воздухе «олимпийских вершин», а всегда сопровождала живую жизнь там, где профессиональные знания специалистов оказывались недостаточными. И высшим достижением этой практики философа было решение

⁴² Текст публикуется согласно рукописному документу, датированному автором 11 февраля 1991 г. Публикуется впервые.

«психофизической проблемы», идущей еще от Декарта. Я имею в виду его работу с А. Мещеряковым — работу по воспитанию слепоглухонемых детей.

Как описание, так и решение психофизической проблемы не было самоцелью работ Э.В. Ильенкова — это экспериментальный факт, который демонстрирует, «как делается наука» в той предметной области, где науки еще нет, но есть богатый экспериментальный материал.

Почему возможна наука?

«Бог не играет в кости», — заметил А. Эйнштейн по поводу вопроса о возможности науки. Как полагают религиозные деятели, мир устроен по «разумению Бога». В этом случае вся наука есть не что иное, как постижение поколениями мыслящих людей величия этого замысла Бога и следования в своей жизни Законам этого великого замысла.

Фундаментом всякой научной теории является наличие **связи** между тем, что было, и тем, что будет. Можно различно относиться к природе этой связи, но только сам факт существования такой связи предыдущего с последующим и делает возможным само существование науки. Только наличие несубъективных причинно-следственных связей в изложении любой науки дает основание отличать текст научной теории от эмоциональных вскриков с больших и малых трибун.

Развитие науки требует, а затем и создает некоторый «стандарт» или «технические условия» на приемку научной теории. Хотя своеобразный «стандарт» на научную теорию создан Кантом еще двести лет тому назад, но возможность его применения была получена лишь к концу нашего времени. Всякая «стандартная» научная теория может быть введена в вычислительную машину, а ее «следствия» при любых заданных «условиях» можно получить на «выходе» вычислительной машины.

Причинно-следственные связи, присутствующие в любой научной теории, при передаче в вычислительный комплект приобретают своеобразную «объективацию», и каждая такая связь поддается несубъективной проверке.

Мы знаем, что из всего обилия различных наук только бесконечно малая часть уже передана в вычислительные комплексы, но **требование** представить причинно-следственную сеть любой науки именно в таком виде, вне зависимости от воли и желания автора, будет принята мировой научной общественностью.

Внутри самой математики эта работа по введению «стандарта» на математические теории уже проделана группой Н. Бурбаки с одной

стороны и Исследовательской ассоциацией прикладной геометрии Японии — с другой стороны.

Если речь идет о математических теориях, то вопрос более или менее ясен. Совсем другое положение мы встречаем в системах управления базами данных. Председатель комиссии КОДАСИЛ⁴³ Т.В. Олле определил описание базы данных как «схему», имея в виду «трансцендентальную схему» И. Канта. И вот круг замкнулся — ответ на вопрос «Почему возможна наука?» принадлежит именно И. Канту, и ответом его на этот вопрос и служила «трансцендентальная схема».

По словам известного философа В.А. Лекторского, около 1500 американских лабораторий, занимающихся искусственным интеллектом, усиленно штудируют работы И. Канта и К. Маркса. Оказывается, что при формировании систем управления базами данных бесконечное количество наблюдаемых явлений (или предметов) должно быть подведено под **понятие** или **категорию**.

Кант пишет:

«При всяком подведении предмета под понятие представление о предмете должно быть **однородным** с понятием, т.е. понятие должно содержать в себе то, что представляется в подводимом под него предмете, так как именно такое значение имеет выражение «**предмет подчинен понятию**». Так, эмпирическое понятие **тарелки** однородно с чистым геометрическим понятием **круга**, так как круглость, которая в понятии тарелки мыслится, в чистом геометрическом понятии созерцается.

Но чистые рассудочные понятия совершенно **неоднородны** с эмпирическими (и вообще чувственными) созерцаниями, и их никогда нельзя встретить ни в одном созерцании. Отсюда возникает вопрос, как возможно **подведение** созерцаний под чистые рассудочные понятия, т.е. **применение** категорий к явлениям; ведь никто не станет утверждать,

⁴³ КОДАСИЛ (CODASYL, COnference on DAta SYstems Language) — конференция по языкам систем обработки данных, организованная Министерством обороны США в мае 1959 г. с целью разработки в предельно сжатые сроки единого языка программирования; в работе конференции с самого начала принимали участие представители ведущих компаний отрасли (Honeywell International, General Electric, Burrows, Sperry Rand, Radio Corporation of America, Sylvania Electric Products и IBM). Первым значимым результатом деятельности CODASYL явилось создание языка программирования COBOL. В дальнейшем конференция, ставшая постоянно действующей, принимала активное участие в разработке и совершенствовании многих ключевых информационных технологий 1960-80-х гг. Впоследствии конференция была расформирована, а ее архивные материалы переданы на хранение в Charles Babbage Institute (Институт Чарльза Бэббиджа, исследовательский центр в составе Миннесотского университета). — *прим. сост. Е.Б. Попова.*

будто категории, например, причинность, могут быть созерцаемы посредством чувств и содержаться в явлении...

...Ясно, что должно [быть] нечто третье, однородное, с одной стороны, с категориями, а с другой — с явлениями, и делающее возможным применение категорий к явлениям. Это посредствующее представление должно быть чистым (не заключающим в себе ничего эмпирического) и тем не менее, с одной стороны, **интеллектуальным**, а с другой — **чувственным**. Именно такова **трансцендентальная схема**» (Кант И. ПСС, Т. 3, стр. 220-221).

Газетная статья не имеет отношения к науке — она может содержать лишь намек на нашу беду в виде научного невежества. Берусь спорить, что у 300000 советских программистов, которые заняты разработкой систем управления базами данных, нет ни одной базы данных, которая, в соответствии с требованием КОДАСИЛ, построена с использованием трансцендентальной схемы И. Канта!

Современное производство, опирающееся на вычислительную технику, может быть полностью парализовано системами управления базами данных, которые не удовлетворяют требованиям КОДАСИЛ. Это означает, что если в ВЦ Госплана система управления базами данных сделана без использования трансцендентальной схемы Канта, то состояние народного хозяйства является **следствием** нашего невежества.

Кузнецов П.Г.
Философия и физика⁴⁴

«Пусть каждый навластуетя всласть...»

История человеческого рода нами рассматривается как исторический процесс становления **свободы**. Здесь возникает первая трудность: она состоит в том, что одно и то же понятие «**свобода**» представляет собою внутренне противоречивую вещь — это и свобода от нужды, это и свобода как произвол или, другими словами, свобода принуждать.

Существует система неисчезающих потребностей человека и рода человеческого, таких как потребность в питании (нужда в пище), потребность в сохранении рода (нужда в любимом), потребность в творчестве (нужда в самовыражении). Само собою разумеется, что все эти виды нужды могут либо удовлетворяться, либо могут отсутствовать условия их удовлетворения. В этом смысле наличие условий для удовлетворения этих неисчезающих потребностей и воспринимается человеком как свобода от нужды.

Существует другое понятие свободы как свободы принуждать (даже силой оружия): эта свобода — свобода повелевать — образует механизм **власти**. Механизм власти имеет и другое название — государство, которое всегда было и всегда будет механизмом насилия. Наличие этого механизма порождало, порождает и еще долго будет порождать все виды насилия. Течение научной мысли, отрицающее историческую необходимость этого механизма, известно как анархизм. Течение научной мысли, ориентированное на исчезновение этого механизма средствами исторического развития, известно как социализм. Течение научной мысли, утверждающее вечность этого механизма, т.е. отрицающее временное, преходящее значение этого механизма, известно (в различных формах) как тоталитаризм. Последнее имеет множество различных видов от монархизма до охлократии.

Теперь, после легкого намека на противоречивость содержания термина «свобода», уместно поставить вопрос о нужде как неисчезающей потребности в самом государстве. Может быть, правильнее этот вопрос поставить о нужде во власти?

⁴⁴ Текст публикуется согласно рукописному документу, датированному автором 5-9 июля 1991 г. Публикуется впервые.

Необходима ли власть для развития человечества?

Как это ни печально, но юридические дискуссии о делении властей на судебную, законодательную и исполнительную, которым нет дела до того, какую миссию в историческом развитии выполняет собственно **власть**, — свидетельство об отсутствии научной культуры.

Забегая вперед, дадим (бездоказательно!) следующую дефиницию (не путать с «определением»!):

«Власть есть механизм одобрения и неодобрения идей по отношению к Закону исторического развития человечества».

Власть противоположна управлению, так как управленец **ответственен** перед властью, а власть (по определению!) **безответственна**. Кто и что может спросить с власти? Никто и ничего — над ней только абсолютная идея или Бог! Само собою разумеется, что большинство людей и смотрят на власть как на данную от Бога. Существует и ритуал помазания как ритуал освящения власти от лица Всевышнего.

Опустимся на грешную Землю. Я не думаю, что есть хоть один человек, который не испытал на себе произвол и безнаказанность представителей власти. Это всех возмущает, но это оправдывается всеми юристами презумпцией **необходимости** власти. *Dura lex, sed lex* («строг закон, но закон»). Мы тоже не хотим далеко уходить от этого принципа, но наша дефиниция власти предполагает, что одобрение и неодобрение идей осуществляется на основании сравнения с **Законом** развития человечества. Известно, что вся система прав и обязанностей как граждан, так и государства вытекает, следует из **основного закона**, который известен как **конституция**.

Остается открытым вопрос **о соответствии конституции Закону развития рода человеческого**.

Вопрос о соответствии конституции Закону исторического развития рода человеческого был поставлен мною около двадцати лет назад перед одним (и ныне здравствующим) известным юристом. Я видел то недоумение, которое отразилось в его глазах. Из этого мной и был сделан вывод, что сознание моего собеседника находится где-то на подходе к Канту, но еще далеко не достигает уровня Гегеля. Я не считаю Гегеля последним звеном в развитии культуры научного мышления, но юридическая наука у нас лишь недавно начала свое знакомство с Гегелем, да и то в лице редактора его работ.

Категорический императив Канта (который не удовлетворял и его самого) является пересказом заповеди «Возлюби ближнего как самого

себя». Эта нравственная норма известна уже две тысячи лет, но остается нравственной нормой. Это еще не **Закон**. Эта нравственная норма часто не выдерживает давления **нужды**. Она может быть Законом лишь в отсутствие давления со стороны нужды.

Категорический императив Канта перестает быть долженствованием, когда человек свободен от нужды. В этом смысле власть как одобряющая идеи, избавляющие род человеческий от нужды, и не одобряющая идеи, увеличивающие нужду, — может претендовать на власть, соответствующую Закону развития человечества.

Уже в 1784 году сам Кант предпринял попытку открыть этот **Закон**, воспринимая его как провидение божие. За прошедшие два столетия очень многие философы посвятили свои работы открытию этого Закона и даже ставили вопрос о его рациональном объяснении.

Обратимся к иррациональному описанию этого Закона развития, где данный Закон должен быть принят на уровне **веры** в его существование. Трудно сказать, какое изложение придется читателю более по душе: П. Флоренского, В. Соловьева, Н. Бердяева, Н. Федорова или Г.В.Ф. Гегеля.

Попробуем начать с П. Флоренского. Цепочка выводов имеет следующий вид.

Все начинается с веры (веры в Бога, веры в науку и вообще с некоторой «веры»). Вера порождает культ. Производным от культа является «культура». Назначение культуры состоит в понижении энтропии Вселенной.

Эта позиция перебрасывает мостик от веры к физике и может рассматриваться как наиболее убедительная. Достаточно заметить, что понижение энтропии Вселенной и есть становление свободы в развитии человечества, как мы окажемся разделяющими эту точку зрения. Эта точка зрения близка к позиции И.Р. Пригожина.

Рассмотрим позицию В. Соловьева. Принимая, что человек создан по образу Творца, он является сам Творцом, продолжающим акт творения до создания царства Божия на Земле.

И эта точка зрения может рассматриваться как **Закон**, который приводит к становлению Богочеловечества.

Рассмотрим позицию Н. Бердяева. Здесь так же, как и у Соловьева, человек рассматривается как Творец. И здесь акт творения есть акт мистический, т.е. управляемый «откровением». Полагая, что акт творения есть акт творения свободного человека, а не раба, мы можем принять и эту точку зрения.

Позиция Н.Ф. Федорова (и его учеников Валериана Муравьева и Ситницкого) связана с идеей «воскрешения». Задача человеческого рода есть задача восстановления предков, что подразумевает наличие в человеке свойств Творца. К.Э. Циолковский искал способы освоения космоса в связи с задачей Н.Ф. Федорова, будучи одним из его воспитанников.

В этом ряду могут найти свое место и наши выдающиеся современники — А.И. Солженицын и А.Д. Сахаров.

Последняя точка зрения (не во времени, а в полноте этой позиции) — Г.В.Ф. Гегель. Я ее изложу, как мне пришлось ее слышать от иезуита Александра Куртна. Она лучше самого Гегеля выражает его позицию.

«Мы живем в мире движений. Только движения воспринимаются органами чувств человека. Материалисты считают, что источник наших ощущений есть материя. Идеалисты считают, что источник наших ощущений есть абсолютный дух или Бог. И чем больше наука постигает этот мир движений, тем лучше она постигает величие **замысла** Творца».

В изложенных точках зрения состоит иррациональное принятие Закона развития человечества, но и Кант, как и В. Соловьев, полагали наличие рационального объяснения **Закона** исторического развития человечества.

Прежде чем переходить к рациональному объяснению законов исторического развития, вернемся к функции **власти**.

Нетрудно видеть, что все вещи, которые нас окружают в общественной жизни, есть плоды **разума**. Каждую вещь кто-то придумал, и кто-то придумал ее различные усовершенствования. Если бы в обществе отсутствовал механизм одобрения идей (только одобренная идея материализуется!), то эти идеи умерли бы вместе со своими творцами, так и не став **творением**.

Общество без механизма одобрения идей не может развиваться, а, следовательно, **власть — существенный элемент в развитии человечества**. Однако власть, которая не способна реализовать свою функцию, обрекает народ или страну на застой.

Легко видеть, что рассуждения о «разделении властей», теряющие из вида историческое назначение самой власти, являются голым политиканством и не только не способны к выводу страны из кризиса, но и усугубляющими его.

Поскольку настоящая работа посвящается становлению разумного в его историческом развитии, то тема **разумной власти** как освобождение власти от «неразумения» есть та ариаднина нить, которая и ведет нас в

истории. К сожалению, это освобождение власти от «неразумения» есть область развития, которое идет через естественные науки. Только естественные науки дают **идею Закона**, которая дает основание для «законотворчества» в общественной жизни. Ибо законотворчество юридической науки пока не развито не только до идеи Закона, а остановилось на Законе в форме явления, еще не дойдя до «сущности», не говоря — до «идеи».

Естественнонаучное представление о Законе

Необходимость рационального постижения Закона связана с представлением о Законе природы. В одной из ранних работ мне пришлось говорить о Законе истории, а рецензент противопоставил тексту научной статьи ссылку на то, что у нас законы издаются Верховным советом. На мой встречный вопрос о возможности Верховного совета отменить законы, например, физики — мой рецензент всерьез задумался. Нормальный юрист обнаружил разрыв между термином «закон» у юристов и термином «закон» у физиков. Если первый вид закона определяется голосованием, то законы физики на голосование не ставятся. Последние, хотя и формулируются, хотя и открываются одиночками, но их содержание не является результатом одобрения большинством. Наоборот, в Законах природы отдельная личность оказывается в противостоянии всему человечеству.

Каково же должно быть содержание Закона, чтобы один человек был прав? Заметим, что человек лишь тогда «прав», когда имеет «право» утверждать истину вопреки «мнению» большинства людей.

(Диагноз «паранойя» характеризует «логически связный (безупречный с точки зрения логики) **бред** на ложном исходном основании». В теории «пограничных состояний» требуется консультация врача со специалистом для отличия «брета» от научного открытия. А если консультант-специалист не согласен? Автора открытия ждет палата №6!)

Возвращаясь к физике, можно выделить первые настоящие «физические» законы, открытые Кеплером. Внешней особенностью этих законов является их представление в «математической форме», то есть то, что «природа с нами разговаривает на языке математики». Но эта «математическая форма» предполагает возможность «вычисления» будущего и возможность физическим наблюдением подтвердить правильность вычисленного предсказания.

Внутренней сущностью физического закона является выделение внутри одно и того же закона:

1. то[го], что не изменяется (инвариантный объект),

2. того, что изменяется, т.е. того, как закон «являет себя» при экспериментальной проверке.

Уже наличие в одном и том же законе неизменной и изменяющейся компоненты делает понятие Закона внутренне противоречивым. Из этого по отношению к Закону **истории** нам будет необходимо выделить:

1. то, что не изменяется (инвариантный объект),
2. то, что изменяется, т.е. то, как закон «являет себя при экспериментальной проверке.

Вернемся к законам Кеплера.

В одном случае мы имеем постоянство секторальной скорости, а в другом постоянство отношения куба радиуса планеты к квадрату периода обращения. Сохраняющиеся физические величины как величины определенной физической размерности могут быть представлены в форме:

$$[L^2T^{-1}] = const,$$

$$[L^3T^{-2}] = const.$$

Возможность продолжения этого списка на все известные законы сохранения физики показана нами с Бартини и продолжена нами с Р.О. Образцовой. Общая форма физического закона сохранения имеет вид

$$[L^rT^s] = const,$$

где r и s — целые (положительные или отрицательные) числа.

В этом списке можно найти ряд законов сохранения физики, которые не были «замечены». Это относится к закону сохранения мощности, закону сохранения «темпа изменения мощности» (сохранение «энергии ускорения» $ma^2/2 = \Gamma$, установленного Г. Герцем) и др.

В двух законах Кеплера мы имеем:

«Радиус-вектор планеты за равные промежутки времени заметает равные площади» — есть постоянная компонента, так же как и постоянная компонента эллипса планетной орбиты; переменная компонента — это положение планеты на изменяющемся месте на орбите. При переходе от одной планеты к другой — переменной являются параметры эллипса планетной орбиты.

В другом:

«Отношение куба радиуса орбиты к квадрату периода обращения» — есть постоянная компонента; переменная компонента — это численное значение этого отношения при переходе от одной планеты к другой.

Для этого переменного значения этого отношения при переходе от одной планеты к другой Ньютон ввел новое понятие «масса», которая и

равна этому отношению. Уже Максвелл показал, что размерность массы есть

$$[m] = [L^3 T^{-2}].$$

Нетрудно видеть, что если движение кеплерово, то масса тела является константой. Если же движение не-кеплерово, то мы наблюдаем движение тела с «переменной массой».

Размерность величины

$$[mV] = [L^4 T^{-3}],$$

что соответствует закону сохранения импульса.

Завершая краткое рассмотрение того, что понимается в естественных науках под термином «закон», заметим, что каждый «закон» — есть «правило для вычисления предсказаний, доступное для экспериментальной проверки». Мы хотим предъявить такое же требование к Закону исторического развития человечества. Наличие такого правила и может лежать в основе одобрения и неодобрения идей по отношению к Закону исторического развития человечества.

Уже в классической физике, наряду с законами сохранения, есть **один** и только один закон, который указывает на тенденцию развития физических явлений во времени. Этот закон утверждает, что существует некоторая физическая величина, которая с ходом действительного времени не уменьшается. В настоящее время, под влиянием И.Р. Пригожина, это убеждение классической физики поставлено под сомнение. Если классическая физика утверждала тенденцию развития «от порядка к хаосу», то И.Р. Пригожин выставил тезис о «порядке из хаоса», связывая последний тезис с развитием жизни, включая развитие общественной жизни. Последнее и можно трактовать как развитие человеческого общества «от беззакония к Закону», т.е., на юридическом языке, «к правовому обществу».

Мне кажется, что последнее не может трактоваться как «государство» даже в смысле Гегеля. Здесь мы солидарны с последним лозунгом Маргарет Тэтчер: «Нет — соединенным штатам Европы! Да — соединенным штатам мира!». И это не дань моде: ею «угадывается» объективный Закон исторического развития человечества. В нашем изложении нет цитат, но следующий раздел о Законе истории мы начнем с цитаты, которая будет служить эпиграфом.

Закон исторического развития человечества

«Можно при этом отметить особую форму нечистой совести, проявляющуюся в том виде красноречия, которым кичится эта поверхностность; причем прежде всего она сказывается в том, что там,

где в ней более всего отсутствует дух, она больше всего говорит о духе; там, где она наиболее мертвенна и суха, она чаще всего употребляет слова жизнь и вести в жизнь, где она проявляет величайшее, свойственное пустому высокомерию себялюбие, она чаще всего говорит о народе. Но особо ее отмечает ненависть к закону.

...Поэтому закон... — тот признак, по которому можно отличить ложных братьев и друзей так называемого народа».

Г.В.Ф. Гегель «Философия права». М., «Мысль», 1990, стр. 50.

«Но есть и Божий суд, наперсники разврата!

Есть грозный суд: он ждет»

М.Ю. Лермонтов «Сочинения», Т. 1. М., «Правда», 1988, стр. 158.

~~Мы уже отмечали, что историческое развитие идет к становлению свободы. Но, как отмечалось выше, нам желательно иметь рациональное понятие свободы, которое можно рассматривать и как замысел Божий, и как Закон в его рациональном понимании. В силу того, что понимание Закона находится в стадии становления, мы рассмотрим первую часть рационального понимания Закона. Что не изменяется по ходу исторического развития?~~

~~Нетрудно видеть, что не меняется (с точностью до секунд) время обращения планеты Земля вокруг Солнца. С нужной нам точностью — это 8760 часов. Астрономический год обеспечивает каждому человеку бюджет «социального времени» в виде 8760 человеко часов в год. Это справедливо для всех людей и во все времена от древнего Египта до наших дней. Это справедливо для всех людей, независимо от возраста, пола и национальности⁴⁵.~~

~~(Рукопись обрывается)~~

⁴⁵ Фрагмент, приведенный зачеркнутым, вычеркнут в рукописи автором. Однако его содержание позволяет рассматривать данный материал в непосредственной связке со статьями «Бюджет социального времени» и «Законы истории и социальное конструирование XXI века» (см. третий том «Науки развития Жизни», с. 205-226 и с. 227-236 соответственно). — прим. сост. Е.Б. Попова.

Приложение 1. Отзывы, дискуссии, корреспонденция

Терлецкий Я.П.

Письмо П.Г. Кузнецову от 1 апреля 1957 г.⁴⁶

Москва, Д-252, Чапаевский пер., 12/1, кв. 120

Я.П. Терлецкий⁴⁷

Новосибирск, Красный проспект, 102, кв. 10

Кузнецову Побиску Георгиевичу

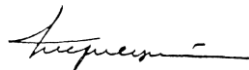
Уважаемый Побиск Георгиевич!

Ваше предположение, что процесс органической жизни противоречит второму началу термодинамики — ошибочно. В живых организмах могут наблюдаться процессы с убыванием энтропии, обуславливающие и активную деятельность человека. Однако все эти процессы протекают при общем возрастании энтропии в каждом организме, взятом целиком, т.е. без какого бы то ни было нарушения второго начала термодинамики. Все активные процессы на Земле, в том числе и органическая жизнь, обусловлены тем, что Земля облучается находящимся рядом с ней Солнцем. Процесс излучения Солнца — это мощный процесс, идущий с возрастанием энтропии, т.е. в согласии (и благодаря) со вторым законом термодинамики. Все процессы на Земле, идущие с убыванием энтропии (например, рост растений), связаны с тем, что параллельно идут более интенсивные процессы с возрастанием энтропии, связанные с поглощением излучения Солнца.

Таким образом, II-й закон термодинамики выполняется в больших масштабах, и его нарушения обнаруживаются лишь при микроскопических процессах (флюктуации) и возможно имеют место в макроскопическом масштабе при формировании метagalactic.

1/IV 57

С приветом



⁴⁶ Текст публикуется согласно рукописному документу, датированному 1 апреля 1957 г. Публикуется впервые. Данное письмо составители рекомендуют рассматривать в контексте переписки, опубликованной во втором томе «Науки развития Жизни» на с. 412-445.

⁴⁷ Яков Петрович Терлецкий (1912 – 1993) — выдающийся советский физик, доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки РСФСР, лауреат Ленинской и Государственной премий, действительный член Шведского Королевского научного общества. Занимался вопросами квантовой механики, технической физики (отражательный клистрон, бетатрон), магнетизма, физики элементарных частиц; принимал участие в советском атомном проекте. П.Г. Кузнецов неоднократно ссылается на Терлецкого (и заочно оппонирует ему) в своих ранних работах и письмах (см. второй том «Науки развития Жизни», с. 205-206 и 441).

Автор не указан.

***Возможен ли вечный двигатель в космосе?*⁴⁸**

Профессор Московского университета Я. Терлецкий считает, что во Вселенной возможно существование вечного двигателя второго рода.

Как известно, «перпетуум-мобиле» — вечный двигатель первого рода в природе невозможен. Это была бы система, нарушающая закон сохранения и превращения энергии.

Но, по мнению ученого, существование вечного двигателя второго рода принципиально возможно.

Такой взгляд находится в явном противоречии с общепризнанным представлением о втором законе термодинамики. (По этому закону невозможно построить вечный двигатель, работающий за счет неограниченно долгого охлаждения окружающей среды). Но ученый допускает во Вселенной существование среды, которая охлаждается неограниченно долго — бесконечно.

По мнению профессора Терлецкого, в космосе есть не обнаруженные еще частицы, обладающие отрицательной энергией. Космическая среда, состоящая из таких частиц, будет охлаждаться до сколь угодно низкой отрицательной температуры.

Имея такие космические объекты, которые способны охлаждаться даже ниже минус 273 градусов, то есть ниже абсолютного нуля, можно в принципе создать тепловые машины, совершающие работу за счет все большего охлаждения этих объектов.

При этом, как подчеркивает физик, возможно бесконечное охлаждение и, следовательно, бесконечное получение полезной энергии.

Гипотеза профессора Терлецкого находится в соответствии с точкой зрения Энгельса, считавшего, что для осуществления вечного круговорота материи необходимо существование во Вселенной явлений, идущих вопреки второму закону термодинамики.

⁴⁸ Текст публикуется согласно газетной заметке 1963 г. (точный источник не установлен). Хотя данная заметка не является непосредственным отзывом Я.П. Терлецкого на работы П.Г. Кузнецова, она наглядно демонстрирует наметившийся сдвиг позиции первого относительного воззрений второго.

Автор не указан.

Характеристика научной значимости работ

*Кузнецова Побиска Георгиевича*⁴⁹

За период с 1956 по 1971 гг. П.Г. Кузнецовым выполнено более 60 работ, затрагивающих проблемы термодинамики, экономики, кибернетики, биологии, химии, медицины, социологии, психологии. Большая часть работ П.Г. Кузнецова характеризуется тенденцией к интеграции, позволяющей синтезировать идеи из различных областей знания. Такая направленность сочетается с проникновением в сущность наименее разработанных этими науками вопросов и выдвиганием оригинальных идей. Несмотря на широкий диапазон исследуемых задач, работы П.Г. Кузнецова подчинены единой общей идее — раскрытию механизма явлений жизни и общества, созданию теоретических основ и практических систем управления объектами народного хозяйства. Эта же цель была положена в основу деятельности возглавлявшейся им лаборатории в МГПИ им. В.И. Ленина.

Исходя из своей основной концепции, П.Г. Кузнецов сумел создать целый ряд частных ее приложений, содержащих перспективные идеи для ряда областей знания.

В химии им были предложены эффективные методы разделения многокомпонентных смесей, и этот его результат получил высокую оценку специалистов-химиков.

В биологии им выдвинут ряд предложений, касающихся развития биологии, превращения ее из описательной в точную современную науку. Им заново «открыты» для науки фундаментальные труды Бауэра по теоретической биологии.

В медицине и здравоохранении им предложены основы для составления программ развития здравоохранения в стране. Выдвинуты основополагающие идеи о световой связи в организме, показано значение этих идей для теории и практики медицины, в частности, для решения проблемы долголетия.

В экономике он сформулировал интересные идеи, касающиеся критериев управления обществом, энергетической интерпретации экономических величин, критериев развития транспортных систем и некоторые другие.

⁴⁹ Текст публикуется согласно машинописному документу, датированному 1971 г. Публикуется впервые. Очевидно, данный документ был подготовлен в рамках кампании по восстановлению П.Г. Кузнецова в МГПИ после его выхода из психиатрической клиники им. Сербского (подробнее см. первый том «Науки развития Жизни», с. 195-198).

В организации научных исследований под его руководством разработаны принципы планирования исследований, контроля за их ходом, управления комплексными научными коллективами.

В области внешней политики им предложены модели, позволяющие оценивать внешнеполитические ситуации и вырабатывать решения. Эти модели позволяют дифференцированно видеть роль различных социальных групп в той или иной стране и строить политику по отношению к этим группам. Основываясь на этих идеях, он выдвинул предложение о создании комплекса машинных информационных систем, облегчающих высшему руководству принятие конкретных решений.

В области управления народным хозяйством им выдвинут ряд важных идей, касающихся построения комплекса машинных систем. Эти идеи в настоящее время могут явиться средством для установления номенклатуры необходимых стране машинных систем управления, независимо от сложившихся в домашинное время организационных форм. П.Г. Кузнецовым проводилась работа по методологии системного анализа. В практическом плане — разрабатывались и внедрялись системы целевого планирования и управления.

В философии им дано новое определение понятия «жизнь», вошедшее в философскую энциклопедию.

Этот краткий перечень характеризует П.Г. Кузнецова как ученого, способного к охвату и системному анализу таких научных проблем, которые выходят за рамки отдельных дисциплин.

П.Г. Кузнецов обладает способностью использовать при решении трудных задач в одних областях знания аппарат других наук, зачастую очень удаленных. Это затрудняет немедленное и широкое признание, использование и проверку его идей, но это же и является ценным в научном исследовании, так как именно такой широкий синтез способствует прокладыванию новых путей в науке.

П.Г. Кузнецов относится к типу исследователей «интегрального плана», рассматривающих конкретные комплексные задачи как сложные системы, требующие специфического подхода. Им начаты перспективные работы на стыке физики, биологии и социологии. Продолжение и развитие работ П.Г. Кузнецова несомненно могут быть существенный вклад в развитие отечественной науки и техники, а также в совершенствование организации и управления, в разработку и создание автоматизированных систем управления объектами народного хозяйства.

Список научных трудов П.Г. Кузнецова прилагается.

Костинский Ю.М., Еланчик Ф.И., Кузнецов П.Г.
Переписка 1973 г.⁵⁰

Письмо Ю.М. Костинского Г.П. Мельникову
от 25 июня 1973 г.

г. Ворошиловград, квартал Шевченко, 40, кв. 72

Ю.М. Костинский

г. Москва, К-9, проспект Маркса, 18, МГУ –
лаборатория вычислительной лингвистики
Мельникову Геннадию Прокопьевичу

Уважаемый Геннадий Прокопьевич!

Я получил письмо от Ф. Еланчика и говорил с ним по телефону. Пока «связи» с Москвой у него нет: никто не откликнулся. По телефону он сказал мне, что читал Вашу работу, затрагивающую системную проблематику в лингвистике, и что Вы делаете что-то «параллельное» его исследованию («телефонность» нашего с ним разговора не позволила ему быть пространнее). В письме к Феликсу я рассказал о нашем с Вами разговоре, о Кроне и др. Он мне ответил исходя именно из Вашей информации. Мне захотелось ознакомить Вас с «деловой» частью его письма. Испросив у него разрешения, я пересылаю Вам этот отрывок, полагая, что он может быть некоторым «дополнением» к тезисам, с которыми Вы знакомы. Мне трудно судить о том, что «прячется» в 150 аксиомах Еланчика и насколько они «работоспособны». Поэтому я беспокою Вас. Не хотелось бы, чтобы как будто обозначившийся контакт между «заинтересованными сторонами» прервался.

25/VI – 73 г.

С уважением,

Костинский.

Приложение 1 к письму Ю.М. Костинского от 25 июня
1973 г.: выдержка из письма Ф.И. Еланчика

«Спасибо за московские сообщения. Здорово было бы, если бы ты мне сообщил и координаты тех людей, которые на твой взгляд

⁵⁰ Текст публикуется согласно рукописным и машинописным документам, датированным 1973 г. Публикуется впервые. Посредником в данной переписке (неоднократно упоминаемым по тексту писем) выступил Геннадий Прокопьевич Мельников (1928 – 2000), наиболее известный как создатель системной теории языка («системная лингвистика»); однако его научные интересы охватывали самые разные направления, в основе которых лежит логика, — физику (высшее образование инженера-физика получил в МИФИ), математику, теорию информации, кибернетику, семиотику, общее языкознание и др. Г.П. Мельников был другом П.Г. Кузнецова, как минимум однажды — соавтором [1965-9].

действительно заинтересовались. Я только немножко удивился сравнению своей работы с работами Крона. Книга Крона «Диакоптика» сейчас рядом со мной. Кое-какие вещи есть интересные, а кое-какие я «проскакивал», не считая даже нужным останавливаться и «на виду» у гораздо больших трудностей заниматься оформлением этих кусков, не закончив задачу.

Дело в том, что Крон — формалист. Если он имеет дело со структурами, то они — жесткие, неизменные (а у меня, как отмечено в тезисах, — «плавающие»). Если он имеет дело с аксиомами, то они — без слова «почти» и не наводят на приближенные методы. Поэтому у него нет вовсе 150 аксиом системной аксиоматики, а без них не может быть и произведшего на тебя впечатление метода ориентирующих чисел; без аксиоматики новый метод диковато бы выглядел. Нет у Крона и других приближенных методов, а я ведь именно с них «стартую», когда касаюсь наиболее на мой взгляд интересных проблем «гуманитарных».

Беда моя вот в чем: в технике и физике люди еще очарованы математикой, и системные исследования Крона — это приложение теории систем к математике — чистой, «незапятнанной». Моя же работа — теория систем как что-то вроде «обобщений» математики, поскольку я пользуюсь не только формальным логическим выводом, но и разветвленной и обоснованной системой «предпочтений» (и проверок). Кроме того, я работаю (благодаря периодике и упомянутым «предпочтениям») с бесконечным числом качественно разных объектов. Так вот, грамотные техники-теоретики с трудом переключаются на этот «неформальный анализ» с анализа формального, техники-практики — не настолько грамотны, чтобы ощутить сразу, какой инструмент они получают, ну а гуманитарщикам надо еще здорово растолковать, что их «туманные» задачи есть задачи о бесконечных системах. Кстати, Крон упрощает анализ, но проблемами «бесконечного анализа» он не занимается.

Между прочим, в гуманитарных науках методами бесконечного анализа пользовались разные люди, и Лев Толстой в «Войне и мире» (кажется, в IV-м томе) прямо связывает свой фатализм с дифференциальным и интегральным исчислениями.

Так вот, связь я признаю, но «посылка» — неправильна. Если вместо тускло линейных идей дифференциального и интегрального исчисления употреблять разноцветие сочетаний качественно разных элементов (число разных элементов — одно из тех, которые я тебе называл), то такие вещи как исторический фатализм, предопределенность, а также идеи упрощенности чувств и пр. сметаются к чертовой бабушке, и

все выглядит здорово. За это мне и «нравится самому» моя «новорожденная». Еще — за быстроту работы с ней, за отсутствие отупения в процессе работы.

Сейчас «добиваю» (не помню, говорил ли я тебе об этой проблеме) задачу о «первом общем подходе» к проблеме турбулентности. Общая методология — страшно разветвленная, сложился метаязык из названий и описаний методов, по-моему, на несколько десятков тысяч единиц, сведенных в «матрицу». Не знаю, знаешь ли ты, что такое матрица (наверно, знаешь), это логико-математическая конструкция (обобщение таблицы), которая, примененная к классификации, позволяет из нескольких десятков тысяч предметов выбирать один нужный с помощью прямого перебора всего 30-40 элементов (в моем случае перебирается не более 48 элементов). Должен за лето завершить это построение в самых главных чертах».

Приложение 2 к письму Ю.М. Костинского от 25 июня 1973 г.: работа Ф.И. Еланчика «Некоторые неформальные методы обозримого системного анализа» (тезисы)

Список проблем, решаемых (частично) в работе:

1. Проблема «черного ящика»,
2. Проблема освоения неформальных методов мышления и устойчивого применения этих методов,
3. Проблема предсказуемости состояния больших систем,
4. Проблема преодоления парадокса «актуальной бесконечности» в задачах анализа.

Цели работы: работать быстро, с наименьшим количеством исходных данных по устойчивой методической схеме, иметь общие правила для идентификации.

Ход решения.

1. Работа поначалу заключалась в минимизации вычислений (в решении минимальной задачи) для некоторого множества систем, удовлетворяющих условиям:
 - а) каждая задача из множества имеет однозначное формально выраженное детерминистское решение,
 - б) множество задач допускает замкнутое формальное описание,
 - в) совокупность исходных данных представляет актуально бесконечное множество,

г) класс решаемых задач является замкнутым по отношению к возможным отклонениям результатов эксперимента.

Уже на этом этапе вводятся неформальные методы решения задач, т.е. методы, конкретные варианты которых выбираются исходя не из однозначно определяющих условий, а с помощью системы предпочтений, также с помощью операций поиска.

2. Вводится аксиоматика, в которой остаются справедливыми найденные методы. Находится связь между введенной аксиоматикой и общефилософскими построениями.
3. Найденная система аксиом и методов распространяется на все более широкие классы задач. При этом в пределах известного класса задач систему приходится дополнять, в пределах же более широкого класса задач приходится строить квазипериодические системы аксиом и методов.
4. Встречающиеся попутно задачи об исследовании систем с неоднозначными характеристиками решаются с помощью классификации и исследования различных случаев неустойчивости и неоднозначности, при этом основа методов остается детерминистской, но в ряде случаев по ходу исследования вводятся вероятностные описания для минимизации операций, причем изучению подвергаются лишь существенные подробности.

В работе используются известные методы теории системных исследований: а) расчленение систем, б) представление систем в виде иерархических систем, матриц, графов, ячеистых структур, в) формирование связанных с системами понятийно-концептуальных структур, г) использование так называемых системных параметров, т.е. понятий, сочетаний понятий и совокупностей альтернативных концепций, использование которых есть часть минимального процесса перехода от исходных данных к результату, д) формирование совокупностей существенно влияющих факторов, е) использование метода проб и ошибок с систематизацией результата, ж) формирование понятий и концепций на основе одновременного применения нескольких исходных понятий и концепций, з) использование метода аналогии.

Предлагаемые в работе усовершенствования можно отнести к следующим направлениям:

- 1) доформулировка задач обзримости методов исследования и дифференциации неустойчивых систем на основе выработанного определения,
- 2) применение специальной аксиоматики,

- 3) модифицирование вариантов периодических методов,
- 4) применение в качестве объектов исследования систем «гибкой структуры».

Особенности применяемой аксиоматики

1. Применяемая аксиоматика есть аксиоматика не о конкретных фактах, но о методах их изучения. Она есть перечисление свойств не конечных, но бесконечных множеств изменений.
2. Применяемая аксиоматика строится с помощью аксиоматизируемого же принципа «генерации» в несколько «последовательных ступеней», в каждой из которых содержится некоторое количество аксиом. Исходными являются положения общей теории познания и созидания.

Промежуточными являются система аксиом, определяющая свойства отдельно рассматриваемых «типовых изменений» (субметааксиомы), и система аксиом, определяющая интегральные свойства объектов, явно представляемых в виде бесконечных множеств изменений (супераксиомы).

Формируемый на основе упомянутых конечных систем аксиом понятийно-концептуальный аппарат недостаточен для непосредственного выбора методов исследования. Поэтому эти конечные системы аксиом дополняются бесконечной квазипериодической системой аксиом индукции (эти аксиомы являются конкретизированными выражениями супераксиом и формулируются отдельно для среды косной, возбужденной, передающей и сохраняющей информацию и т.д.).

3. Предлагаемые системы аксиом удовлетворяют условиям логической непротиворечивости и замкнутости, сформулированным с учетом тех обстоятельств, что а) аксиомы применяются не только к отдельным объектам, но и к их соединениям, б) в системах возможны изменения пространственно-временных масштабов и характеристик неоднородности этих масштабов, а также прочие изменения чисто количественного характера. Учитываются также возможности изменения структур систем, а также всевозможные количественные изменения действующих на систему возмущений.
4. В качестве исходного принципа, используемого при построении системы аксиом, используется принцип повторяемости свойств и явлений. Выражениями этого свойства являются наличие причинно-следственных связей, минимальность, устойчивость,

линейность, пассивность, гомогенность, автомодельность, ограничение числа влияний их свойств, обратимость и т.д.

Для определения эффективных путей использования аксиом в их число вводятся также некоторые «разрешения» и «уточнения». К такого рода суждениям относятся суждения о возможности «почти самозарождения» (неустойчивости) и о необратимости (не полной обратимости) реализуемых изменений.

Упомянутый выше принцип «генерации» выражается в том, что исходные данные для решения задач дополняются данными о «предпочтении» выводимых вариантов по сравнению с другими вариантами. В работе формулируются принципы, в соответствии с которыми вырабатывается система «предпочтений».

Особенности постановки задачи

Предлагаемые в работе системы методов служат цели решения практических задач с помощью минимальных обозримых систем операций.

Решение бесконечной совокупности задач будем называть обозримым, если оно однозначно определяется с помощью конечного числа понятий (неразделимых знаков). Содержание отдельных понятий выбирается из условий минимальности а) числа понятий, применяемых при решении данного класса задач (новые формально определяемые сочетания понятий при этом приравниваются к новым понятиям), б) общего числа различных понятий, применяемых как исходные.

Диалектическое противоречие между поставленными задачами разрешается на основе либо:

а) разработки техники применения логических операций (принцип максимального применения техники), в этом случае из двух упомянутых выше задач актуальной остается вторая задача, либо

б) разработки содержания отдельных понятий, в этом случае из двух поставленных задач актуальной остается первая задача (принцип максимальной разработки теории), либо

в) применения принципа, согласно которому существует конечное число исходных понятий; применение каждого сложного понятия есть одновременно применение всех тех понятий, которые характеризуют переход от простого понятия к данному сложному понятию; минимальным же должно быть суммарное количество понятий, применяемых во всех задачах (принцип максимального учета опыта), либо

г) модификация принципа, изложенного в предыдущем пункте; модификация состоит в том, что учитываются ограничения объема памяти, а также учитывается возможность задавать в различных случаях различное число понятий (с помощью аксиом и типовых ассоциаций, а не только с помощью минимального задания формальных и неформальных связей с минимальным числом исходных понятий).

Результатом работы являются «лоцирующие системы методов» прогноза и идентификации, проектирования систем и конструирования элементов.

Модификация методов построения периодических систем

- 1) В работе применяются построения периодических систем и методов. Периодические системы строятся с помощью генерации (использование дальней аналогии в совокупности с поэтапной отладкой логической непротиворечивости и использованием идеальных образов). Перечни методов и понятий (составляющих альтернативу) применяются, в частности, в случаях, когда границы применимости отдельных вариантов не имеют элементарного выражения. Отыскиваемые с помощью периодических методов варианты подлежат и поддаются экспериментальной (а в некоторых случаях и формальной логической) проверке и уточнению.
- 2) В работе изучается связь между содержательными свойствами систем и числами их системообразующих свойств и отношений. Постулируется, что каждую систему характеризует некоторое число (системообразующих свойств либо отношений), определяемое содержанием некоторых отношений (отношений второго порядка), характеризующих эти системообразующие свойства (отношения). Это число называется ориентирующим числом. Рассматриваются некоторые (экстраполируемые по аналогии и проверяемые на примерах) способы определения ориентирующих чисел. Ориентирующими являются, например, числа субметааксиом и супераксиом.

Относительно структур рассматриваемых систем

Все рассматриваемые модификации структур отвечают неформальным либо приближенным методам анализа.

К модификациям направленных графов относятся структуры, представляемые через совокупности графов (включая предельные случаи бесконечных совокупностей графов).

К модификациям иерархических структур и структур матричного типа относятся структуры систем, которые последовательно воссоздаются

путем последовательного создания все новых систем иерархического и матричного типа, элементами которых являются отношения между уровнями иерархии в предыдущих системах.

К модификациям «ячеистых структур» относятся структуры из звеньев, «материальные носители» которых частично совмещаются, а также структуры из звеньев, представляющих собой автономные системы для широких классов, но не для всех рассматриваемых процессов, и структуры из звеньев, в которых процессы из рассматриваемой совокупности процессов протекают как независимые друг от друга линейные процессы.

К модификациям структур из звеньев с постоянными свойствами относятся структуры из звеньев, характеристики которых имеют приближенное обозримое выражение, а также структуры из звеньев, свойства которых сохраняют преемственность, несмотря на непостоянство соответствия между звеном и его «материальным носителем».

Феликс Иосифович Еланчик,
Куйбышев-26, квартал 7, дом 16, кв. 7

Письмо П.Г. Кузнецова Ф.И. Еланчику от 7 июля 1973 г.

Уважаемый Феликс Иосифович!

Геннадий Прокопьевич Мельников передал мне записку «Некоторые неформальные методы обозримого системного анализа» и выдержку из Вашего письма Костинскому.

Очень сожалею, что из этих материалов мне не удалось понять предлагаемых Вами неформальных методов обозримого системного анализа, хотя эта проблематика является моим «куском хлеба» последние 15 лет.

Из Вашего письма Костинскому мне удалось понять, что Г. Крон, являющийся, по моему убеждению, **первым**, кто заложил основы того, что сегодня называют «системным анализом», отнесен Вами к категории «формалистов». Возможно, что этот вывод предопределен бездарными переводами его книг, редакторы-пигмеи которых снисходительно похлопывают по плечу этого гиганта. Ведь вся «Диаоптика» — это иллюстрация применения *методологии* Г. Крона, построена на его публикациях 30-40-летней давности.

Термин Г. Крона «**сеть**» — неверно переведенный словом «**цепь**» — относится ко всем видам структур, состоящих из одномерных и нульмерных симплексов, рассматриваемых Г. Кроном как первый шаг в топологию полиэдров. Крон поставил и решил задачу: как *организовать* математику (*всю целиком*) для решения практических задач *конструирования*. Он ввел понятия и обобщающие постулаты, которые позволяют любой реальной объект *отобразить* в формальную теорию, т.е. как объективная реальность со все большей и большей точностью может отображаться формальной теорией. Я буду очень рад за Вас, если Вы только повторили этот путь. Еще больше я буду рад, если Вам удалось продвинуться дальше Г. Крона, но для этого мне нужно сравнивать Вашу работу с «Тензорным анализом сетей», написанным Г. Кроном еще в 1939 году. В настоящее время в СССР *нет ни одного человека*, который мог бы воспроизвести *метод Крона*.

Для уточнения, что я понимаю под требованиями к «теории», я позволю себе определить «эталон», к которому я прилагаю для сравнения Ваши тезисы:

1. Считает ли автор, что не существует в реальной жизни задачи, которую бы он не мог решить с помощью своего «универсального» метода? Есть ли у него потребность в научном коллективе хотя бы для решения некоторых проблем?
(Ответ: вероятно, Гегель был последним философом, который решал все проблемы «сам». Необходимо «память человечества», накопленную в библиотеках, превратить в оперативную память *Человека с большой буквы* нашего будущего).
2. Как автор определяет понятия «словаря» или «метасловаря» или «суперметасловаря» своей «теории»? Каким образом термины этого словаря отождествляются с объективной реальностью?
(«Имя» или «терм» математической теории — «имя» измерительной процедуры или метода измерения. «Значения» терма в каждый момент времени — отсчет на шкале или шкалах измерительных приборов).
3. Как автор определяет «диалектический метод» относительно «формальных методов» логических (математических) теорий? Каков вид диалектического «отрицания» и к чему он применяется в математической теории?
(Логическая теория не имеет выводов, находящихся в противоречии с аксиомами и условиями. Логическая теория *не ставит под сомнением аксиомы*. Диалектика работает *за*

границей действия аксиом, *заменяя аксиомы*. Но аксиомы в содержательной интерпретации — есть *законы природы*. Следовательно, диалектика указывает на *границы*, в которых верны известные нам сегодня законы природы).

Я полагаю, что можно сформулировать вопрос, который имеет отношение к «ориентирующим числам»: сколько законов природы, известно современной науке, и, если есть новый результат, то какие новые законы должны пополнять этот список в результате работ данного автора?

Извините, если мои вопросы и разъяснения моей позиции окажутся для Вас неприемлемыми. Очень хотел бы знать о Вашей теории что-нибудь по существу написанного.

Мой адрес: Москва, В-333, 117333, ул. Дм. Ульянова, д. №3, кв. 56, Кузнецов Побиск Георгиевич.

Желаю успеха Вам в Вашем трудном деле.

7/VII 1973 г.



Гвардейцев М.И.

**Отзыв о научной работе, выполненной сотрудником
кафедры электрических систем МЭИ Кузнецовым П.Г.⁵¹**

Тов. Кузнецов П.Г. прикомандирован к войсковой части 9990 для проведения комплексного исследования в области создания специальной системы управления.

Тов. Кузнецов П.Г. с партийной принципиальностью участвовал в разработке нового научного направления. В работе он исходил из твердых принципиальных позиций, диктуемых глубокими знаниями марксистско-ленинской методологии.

Широкие и разносторонние знания во многих областях естественных наук, в сочетании с общественно-политическими, позволяют ему получать научные результаты, оказывающие большое влияние на развитие научных направлений, связанных с повышением эффективности управления.

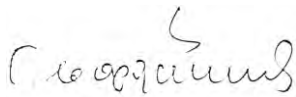
Результаты его многолетнего научного труда доводятся до конкретных практических приложений. Многие проблемы, поднятые в его работах впервые, еще 10-15 лет тому назад, сегодня приобретают все большее практическое значение.

Основной особенностью научной работы тов. Кузнецова П.Г. является редкое сочетание фундаментальных знаний основных научных дисциплин марксистско-ленинской теории, физики, математики, электронно-вычислительной техники, необходимых для дальнейшего развития в условиях научно-технической революции теории и практики управления плановой социалистической экономикой.

Тов. Кузнецов П.Г. выполнил работу, которая относится к области оценки эффективности качества управления комплексами больших систем. Существенным элементом этой работы является выработка и обоснование критерия, который доступен для прямого измерения (является физически определяемой величиной).

Полученные им научные результаты имеют важное значение для решения задач государственного значения.

Командир войсковой части 9990,
полковник, почетный сотрудник
Госбезопасности
«9» февраля 1978 г.


(М. Гвардейцев)

⁵¹ Текст публикуется согласно машинописному документу, датированному 9 февраля 1978 г. Публикуется впервые.

Семенихин В.С.

Предисловие к монографии «Инженерно-экономический анализ транспортных систем»⁵²

Представляя читателям монографию Р.И. Образцовой, могу заметить, что, несмотря на большой опыт проектирования АСУ, в данной работе рассматривается ряд вопросов, не получивших нужного научного освещения.

В первую очередь я имею в виду использование в качестве **критерия эффективности** такой величины как **темп роста производительности труда** в системе общественного производства в целом. Последовательное проведение этого критерия через все разделы монографии находится в полном соответствии с требованиями ноябрьского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС. Генеральный секретарь ЦК КПСС Ю.В. Андропов указал:

«Главный показатель эффективности экономики — производительность труда — растет темпами, которые не могут нас удовлетворить».

Важную роль в увеличении темпов роста призваны сыграть машинные информационные системы для управления различными отраслями народного хозяйства. Однако эта роль машинных информационных систем может быть выполнена **тогда и только тогда**, когда в качестве критерия эффективности используется **темп роста производительности труда** в системе общественного производства в целом. Если это положение научного коммунизма игнорируется, то машинная система из «информационной» превращается в «дезинформационную». К сожалению, такое игнорирование важнейшего показателя эффективности экономики до сих пор встречается в отдельных разработках.

Наличие четкого критерия эффективности экономики дало возможность автору правильно поставить и решить вопрос о соизмерении затрат и результатов в системе транспорта. Для меня, привыкшего к языку электротехники, транспортные системы имеют вид эквивалентных **нелинейных электрических сетей**. В эквивалентной электрической сети это означает, что сопротивление **зависит** от величины тока (простейший

⁵² Текст публикуется согласно машинописному документу, датированному 1983 г. Текст предисловия указанной монографии, вышедшей в 1990 г., значительно сокращен по сравнению с представленным вариантом. В данной редакции публикуется впервые.

признак нелинейности сети), и эта зависимость сама представлена двумя членами вида:

$$R(i) = K_1 i + K_2 i^2,$$

где $R(i)$ — сопротивление, i — величина тока, K_1 и K_2 — коэффициенты для линейной и квадратичной зависимости от тока.

Такая зависимость приводит к кубическому уравнению, которое эквивалентно утверждению, что для увеличения линейной скорости в **два раза** необходимо увеличить используемую мощность в **восемь раз**.

Первые организованные решения такого рода для **нелинейных электрических сетей** были получены в «Неримановой динамике вращающихся электрических машин» в 1934 г. Г. Кроном. Сравнительно недавно широкий круг советских читателей получил возможность ознакомиться с оригинальной работой Г. Крона «Тензорный анализ сетей», изданной в 1978 г. издательством «Советское радио».

В данном случае удачное сочетание области интересов автора и научного редактора книги П.Г. Кузнецова обеспечило своеобразный «синтез» тензорного анализа сетей и специфических проблем управления транспортными системами. Результатом этого синтеза явилось введение новых физических единиц измерения — «транспортной мощности» и «транспортной работы».

Остановимся на этих новых физических единицах более подробно. В настоящее время роль «единицы транспортной работы» играют «тоннокилометры». К этой единице мы все привыкли: числом тоннокилометров учитывается «вал» всякой транспортной работы. Большое число авторов «критикует» действующий измеритель, но... каждый умный человек всегда видит, что «нехорошо». Требуется сосредоточенная работа для того, чтобы разработать и предложить **новый показатель**, который придет на смену старому. Таким показателем транспортной работы и является полученная в данной монографии единица измерения — «**тран**».

Обсудим возникновение этой новой единицы транспортной работы. Любой выпускник технического вуза знает, что эта «работа» может быть представлена в **двух** формах: либо как интеграл от **силы** по **пути**, либо как интеграл от **мощности** по **времени**.

Предложенная единица измерения «работы» транспорта использует второй интеграл, так как **экономические характеристики** непосредственно связаны с величиной **мощности**, как показано в многочисленных работах академика В.Г. Афанасьева.

Численное значение этого интеграла (как и первого) зависит не только от **пути**, не только от **веса** груза, но и от **скорости**, с которой доставляется сам груз. Рассмотрим простейший случай, который ясно демонстрирует связь с традиционным измерением в тоннокилометрах. Это соответствует задаче с «закрепленными концами». Зафиксируем «начальный» и «конечный» пункт движения, т.е. установим только **расстояние**, на которое доставляется груз. Зафиксируем **вес** груза. Эти фиксированные «условия» нам дают число «тоннокилометров», которые мы получим простым умножением **веса** груза на **расстояние** между пунктом отправления и пунктом назначения. Мы видим, что полученное число «тоннокилометров» **не зависит** от **скорости доставки**. С другой стороны, мы видим, что при фиксированной мощности двигателя транспортного средства существует **лимитированная** этой мощностью «максимальная скорость доставки». С ростом скорости движения, что впервые было замечено в авиации и ракетостроении (при движении в плотных слоях атмосферы), для увеличения скорости в **два раза** необходимо увеличить мощность двигателя в восемь раз (этот же закон действует и в трубопроводном транспорте — газо- и нефтепроводах). В нашей задаче с закрепленным **расстоянием** и **весом** груза, т.е. при одном и том же числе «тоннокилометров», транспортная работа оказывается пропорциональной **квадрату скорости** доставки: для увеличения скорости доставки в **два** раза мы обязаны увеличить мощность в **восемь** раз, но при увеличенной в два раза скорости **время в пути** (т.е. время **использования** увеличенной в восемь раз мощности) сокращается в **два** раза.

Рассмотренный пример показывает, что традиционный показатель «работы» транспорта **нуждается** в поправочном коэффициенте, который пропорционален квадрату скорости доставки. Этот показатель и есть — «**тран**».

Представим себе, что у нас имеется некоторый набор грузов **известного веса**, известно **расстояние**, на которое необходимо доставить весь набор грузов. Возникает задача: можно ли при известной «транспортной мощности» завершить всю систему перевозок к **заданному моменту времени**? Ответ на поставленный вопрос и решается с помощью предложенных новых единиц измерения — «транспортной мощности» и «транспортной работы».

«Транспортная мощность» определяется из физической мощности **двигателей** транспортных средств (после пересчета в «траны/час»), а

потребная величина транспортной работы в «транах» — из веса груза, расстояния и квадрата скорости доставки.

Сравнивая фактическую транспортную мощность (как работу транспортной системы, выраженную в «транах») с имеющейся по всему парку технических средств, мы можем уверенно судить о **полноте** использования всего имеющегося парка технических средств. Практические решения руководителей, которые ориентированы на более полное использование всего парка технических средств, проявляют себя как стремление руководителей к **увеличению фондоотдачи**, т.е. оказываются ориентированными на **увеличение темпа роста производительности труда** во всей системе общественного производства.

Последнее и является выполнением решений ноябрьского Пленума ЦК КПСС, выраженных в выступлении Генерального секретаря ЦК КПСС Ю.В. Андропова.

Герой Социалистического Труда,
лауреат Государственных премий,
академик АН СССР,
Генеральный конструктор

В.С. Семенихин

Мишин В.И., Плеханова Г.В.

Служебная записка «О системе «СКАЛАР»»⁵³

Председателю Госплана Латвийской ССР
т. Раману М.Л.

Для обоснованного и объективного заключения о степени научной проработки и возможности практической эксплуатации системы «СКАЛАР» (автоматизированная система управления научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами) считаем необходимым рассмотреть основные элементы системы и проанализировать состав и содержание ее документов.

1. Главным элементом системы является понятие «контрольной точки» — результата (события). В нашей терминологии аналогом «контрольной точки» является программное мероприятие. Характеристика «контрольной точки» по шести признакам — «что», «кто», «как» и т.п. — является аксиомой управления и не вносит ничего нового в уже накопленный опыт разработки республиканских целевых комплексных программ (РЦКП). Любой план, и тем более программа, требуют четкого установления «что», «кто» и т.д. и взаимосвязки этих категорий. Процесс разработки РЦКП по ряду последовательных стадий — исходное задание, предварительный проект, развернутый проект и уточнение на каждой из них реквизитов формы 01, по сути, и есть определение характеристик «контрольной точки». Таким образом, первый документ системы «СКАЛАР» — «таблица контрольных точек» — есть не что иное как заполненная форма 01, применяемая при разработке РЦКП уже третью пятилетку. В системе «СКАЛАР» утверждается, что «стадия формирования ЦКП считается законченной, если позиции всех контрольных точек в таблице контрольных точек заполнены», т.е. определены все характеристики «что», «кто» и т.д. На нашем языке это, по сути, означает заполнение всех форм программной документации 01, 02, 03, 04, 05, используемых при разработке РЦКП.

Необходимость четкого установления по каждому программному мероприятию ответственного исполнителя (кто), сроков реализации (когда), объема ресурсов (сколько) и т.д. была определена еще в IX пятилетке, когда в республике впервые начал применяться программно-целевой метод планирования и управления. Одного утверждения, что это

⁵³ Текст публикуется согласно машинописному документу, датированному авторами 26 сентября 1983 г. Публикуется впервые.

необходимо делать, еще мало. Вопрос заключается в том, как это сделать, какой организационно-экономический механизм должен быть спроектирован для решения этой задачи. Решения этой проблемы или хотя бы определения подходов к ней в «СКАЛАРе» не предлагается.

2. Второй документ системы «СКАЛАР» носит название «Отчет о ходе работ». Этот документ «содержит сведения о том, сколько и каких решений всех шести типов принято руководителем». Решением в «СКАЛАРе» называется изменение характеристик «контрольной точки» — «что», «кто», «как» и т.д. Речь идет, таким образом, о процессе разработки и корректировке плана, в данном случае плана НИОКР в отдельно взятом министерстве. Между тем, после того как план (программа) составлен, возникает задача управления его реализацией. Эта проблема в «СКАЛАРе» совершенно не затрагивается. Кроме того, в народнохозяйственном планировании, а РЦКП являются частью плана, практика корректировки утвержденного плана, т.е. изменение «что», «кто», «сколько» и т.д., совершенно обоснованно считается порочной. Решения должны приниматься по отклонениям от уже утвержденных «что», «кто», ..., само же их изменение в принципе недопустимо. Руководителя не интересует, сколько и каких решений было принято по корректировке плана, его в первую очередь интересует ход реализации программы, а именно: какие мероприятия находятся под угрозой срыва и по каким причинам? Таким образом, предлагаемый документ системы «СКАЛАР» не содержит информации, необходимой для управления реализацией РЦКП.

3. Третий документ системы «СКАЛАР» «Карта хода разработки» «представляет собой структуру из соподчиненных контрольных точек. На экране дисплея она отражается в виде одной контрольной точки со всеми ее связями». В нашей терминологии это не что иное, как фрагмент программной части модели РЦКП, где установлены связи конкретного программного мероприятия (задания, работы) со смежными уровнями модели, и где производится взаимоувязка набора целей программы (целевой части модели) и комплекса программных мероприятий (программная часть модели), обеспечивающих достижение конечной цели программы.

Таким образом, 1 и 3 документы системы имеют более развитые и совершенные аналоги в установившейся системе программной документации, а документ 2 по своему содержанию непригоден для управления реализацией РЦКП.

4. По форме и содержанию описание системы «СКАЛАР» не соответствует ГОСТам, по которым оформляется документация по автоматизированным системам управления. Материал носит крайне обобщенный и неконкретный характер, представляя собой некое введение в систему, аннотацию к ней. Принятый стиль изложения не упрощает понимание материала, а вызывает постоянный вопрос по каждому положению: «Как это сделать практически?». Полностью отсутствует иллюстративный и графический материал, без которого невозможно обойтись при описании автоматизированных систем управления.

5. Материал «СКАЛАР-ЛАТВИЯ» носит название «Автоматизированная система управления целевыми комплексными программами Латвийской ССР». Тем самым эта система претендует на некую универсальность, обеспечивая, якобы, управление реализацией, в принципе, любой РЦКП. Однако совершенно очевидным заблуждением является игнорирование специфики объекта управления. Это одна из основополагающих аксиом науки управления. Не может существовать единой, оптимальной или универсальной системы управления, в том числе и «СКАЛАР», пригодной для управления любым объектом — министерством, предприятием, организацией, комплексной программой.

6. Как уже подчеркивалось, система ориентирована для планирования НИОКР в отдельно взятом министерстве. Однако РЦКП в отличие от НИОКР является более сложным и комплексным объектом управления, так как здесь одной из главных проблем является координация деятельности разноминистерственных исполнителей. В «СКАЛАРе» эта проблема даже не обсуждается.

Система управления РЦКП — понятие многостороннее. Она включает в себя состав подразделений, распределение прав и ответственности между ними, потоки информации, документооборот. Наконец, важнейшим элементов системы является экономический механизм финансирования программы и стимулирования ее исполнителей. Система «СКАЛАР» не описывает ни один из этих элементов системы управления.

Опыт реализации ЦКП в республике показывает, что требуется такой подход к построению систем управления программами, который учитывал бы необходимость целевой координации и взаимной увязки деятельности многих министерств и ведомств, предприятий и организаций — участников программ, использования экономических стимулов и рычагов. Между тем, проблема межфункциональной увязки деятельности разноминистерственных исполнителей программы —

центральная проблема создания эффективной системы управления РЦКП — в «СКАЛАРе» не рассматривается, да и не может рассматриваться, так как объектом управления «СКАЛАРА» является планирование НИОКР в отдельно взятом министерстве.

7. В системе полностью игнорируются вопросы сбора, передачи информации, форм ее представления, не ясно, что контролируется и по каким регламентам. Неопределенным является возможность параллельного документооборота — одного (действующего) через систему ЦСУ, другого (гипотетического) через систему «СКАЛАР». Не рассматриваются вопросы технической базы, программного обеспечения, структуры банка данных.

8. Внедрение системы «СКАЛАР» предполагает создание дополнительных структурных подразделений специалистов, обслуживающих систему. Каждый головной координатор и исполнители должны создать так называемые службы планирования на цель, которые должны обеспечить сбор, хранение, переработку, выдачу данных. На ВЦ должны быть созданы службы машинной поддержки. В условиях сокращения административно-управленческого персонала, нехватки квалифицированных кадров и сокращения документооборота считаем эту идею нереализуемой.

Выводы:

1. Материалы по системе «СКАЛАР» в наиболее полном объеме опубликованы в 1969 г. лабораторией систем управления разработками систем Московского государственного педагогического института им. В.И. Ленина. Материал не содержит титульного листа, подписей лиц, утвердивших документ, нет списка исполнителей. С тех пор ни в одном из известных нам изданий монографического или периодического характера эти материалы или хотя бы часть их не публиковались. Практически дословно этот же материал 1969 года повторен в описании системы «СКАЛАР-ЛАТВИЯ», подготовленном отрядом «Ребус» под научным руководством П.Г. Кузнецова в июле-августе 1983 года. На наш взгляд, это говорит о том, что попыток совершенствования этой системы не предпринималось. Между тем, ни одна из систем управления социально-экономическими объектами не может оставаться неизменной, нуждается в постоянном совершенствовании, которое основывается, в свою очередь, на опыте реального функционирования системы. Таким образом, может быть сделан вывод о том, что либо работоспособность системы «СКАЛАР» практикой не проверялась, либо эта проверка оказалась не в пользу системы.

2. Методологическая база «СКАЛАРа» соответствует уровню двадцатилетней давности. С точки зрения сегодняшнего уровня развития программно-целевого метода планирования и управления, которому соответствует, например, система «ДИСКО», система «СКАЛАР» является безнадежно устаревшей и не соответствующей уровню сложности и комплексности проблем управления реализацией РЦКП, возникающих на данном этапе. Поэтому сомнительной представляется возможность доведения предлагаемой общей схемы описания системы до законченного рабочего проекта.

3. Ряд позитивных идей управления, которые использованы в «СКАЛАРе», давно внедрены в той или иной степени в практику программно-целевого планирования и управления в Латвийской ССР, но в привычной всем терминологии. Предлагаемая же система и терминология не вносит ничего нового в практику разработки и реализации программ, более того, они вносят путаницу в уже установившийся процесс разработки программ, дезориентируют головных разработчиков, которые в жесткие сроки должны подготовить предварительные проекты программ по уже утвержденному составу и содержанию этого документа.

4. В стране существует серьезная научная методология программно-целевого планирования и управления, развиваемая в работах Аганбегяна А.Г., Федоренко Н.П., Майминаса Е.З., Самохина Ю.М., Анчишкина А.И., Мильнера Б.З., Евенко Л.И., Поспелова Г.С. и их сотрудников. Научная и практическая значимость разрабатываемой методологии и конкретных рабочих методик полностью подтверждена при проектировании программно-целевых систем управления такими объектами как КамАЗ, Уралэлектротяжмаш, Главмоспромстрой, программа освоения зоны БАМа, программа Олимпиада-80, целым рядом научно-технических программ и др. На наш взгляд именно это направление может дать наибольшую практическую отдачу при проектировании систем управления РЦКП. В качестве дополнительной экспертизы системы «СКАЛАР» считаем целесообразным запросить мнение вышеупомянутых специалистов.

Более частные замечания по системе «СКАЛАР» делаются по тексту окончательного варианта описания системы, который прилагается⁵⁴.

26 сентября 1983 г.

Зав. сектором ЦКП НИИП Госплана ЛатвССР, к.э.н. Мишин В.И.

С.н.с. сектора ЦКП, к.э.н.

Плеханова Г.В.

⁵⁴ В архивных материалах данное приложение отсутствует. — *прим. сост. Е.Б. Попова.*

Коголовский С.Р.

**Некоторые замечания по работе П.Г. Кузнецова
«Искусственный интеллект и разум человеческой
популяции»⁵⁵**

Полностью разделяю с Г.А. Зайцевым оценку работы П.Г. Кузнецова как работы программного характера, работы уникальной по широте охвата, работы, представляющей чрезвычайный интерес. Несогласие с автором по ряду пунктов не меняет моего отношения к работе в целом.

1. (к стр. 213) Уровень развития цивилизации не есть нечто безусловное, абсолютное. Его характеристика зависит от системы ценностей и целей этой цивилизации, и лишь затем — от характера наличествующих средств их реализации, средств следования им.

Представляется, что принятие в качестве показателя уровня развития цивилизации того или иного комплекса технических средств, уровня развития тех или иных средств, например, количества вырабатываемой энергии на душу населения, неестественно. Почему именно производство энергии на душу населения, а не способность, уровень способности, разумно потреблять мировую энергию? Задумавшийся мудрец, подле которого резвятся дети и звери, — не более ли выразительный показатель уровня развития и характера цивилизации, чем суетящийся огнедышащий дракон?

Впрочем, обсуждаемый вопрос не связан сколько-нибудь жестко с главной проблемой работы — проблемой создания «оперативной памяти человеческой популяции». Эта последняя возникает в рамках различных мироустановок.

2. Трудно согласиться с автором, что понятие тензора в той форме, которую ему придал Крон, «пригодно для создания универсального языка науки и техники». Прежде всего, концепция тензора, идея тензора более широко, более глубоко и гибко реализуется в рамках теоретико-категорного подхода, при котором абстрагируются как от внутреннего строения объектов, так и от строения морфизмов. Этим достигается, с одной стороны, то, что в категории объект принципиально целостен, с другой — инвариантность теории относительно способа описания внутренней структуры объекта.

⁵⁵ Текст публикуется согласно машинописному документу, приблизительно датированному 1983-84 гг. Публикуется впервые.

Что же касается проблемы создания универсального языка науки и техники в том смысле, как это понимает П.Г. Кузнецов, то, во-первых, представляется, что решение этой проблемы не есть необходимое средство решения проблемы создания оперативной памяти человеческой популяции. В качестве альтернативы могут служить подходы к созданию систем баз данных, в которых предполагается рассматривать взаимодействие многих языков без погружения всех этих языков в один язык. Такой единый язык вряд ли мог бы быть работоспособным. Заметим, что язык логики предикатов высших ступеней, экстрагированный из живого языка теоретико-множественной математики, в принципе может быть ее универсальным (в синтаксическом смысле) языком. Однако на практике редко используются языки уже третьей ступени. Причины, главным образом, в семантических сложностях, не преодолимых синтаксическими средствами (в силу теоремы Гёделя о неполноте и теоремы Чёрча о неразрешимости), что вынуждает осуществлять редукции языков высших ступеней к языкам 1-ой и 2-ой ступеней и рассматривать взаимодействие разных теорий в редуцированных языках, т.е. взаимодействие разных языков: живой язык науки характеризуется не только синтаксисом и семантикой, но не в последнюю очередь — базисными концепциями и «тактиками внимания». Фигурально говоря, язык развитой теории — это сама теория.

3. На странице 120 автор пишет: «Расширение списка известных аксиом... законов природы и уплотнение границ их применимости составляет сущность процесса развития науки...».

В действительности процесс развития науки сопровождается изменением ее языка. На известных этапах развития науки язык ее по видимости сохраняется, однако меняется акцентировка, меняется семантика. Так что сказанное автором справедливо лишь в узких рамках.

4. К математическому моделированию сложных систем, казалось бы, можно отнести аргументы А.Ф. Лосева из его «Языковой структуры» (М., 1983) против математической лингвистики, аргументы, казалось бы, убеждающие к крайней ограниченности возможностей математического моделирования сложных систем. Однако эти аргументы основываются на примитивном толковании характера математического моделирования, на игнорировании того факта, что моделирование есть сложный, многоэтапный процесс, процесс, характеризуемый сложным взаимодействием отправной и математической теории, не приводящий к окончательному погружению первой во вторую. Более того, даже при моделировании одной математической теории в другой, математической

же, остается постоянная «оглядка» на «содержательную» теорию, на ее «систему ценностей», на ее «тактики внимания».

5. Автор слишком полагается на логику, на формализованные языки, забывая про теорему Гёделя о неполноте и теорему Чёрча.

Представляется, что сказанное в пунктах 2-5 заставляет перевести исследуемую в работе П.Г. Кузнецова проблематику в иные планы рассмотрения.

Корюкин В.И.

Новый показатель — тран⁵⁶

Народная мудрость гласит: чаще счет — дольше дружба. Но вот как считать, чтобы было по справедливости? Большинство производственных конфликтов порождено именно несовершенством измерителей, неточностью показателей полезности, эффективности работы, истинных затрат. Неудивительно, что сегодня не только отдельные группы трудящихся, но и целые коллективы и даже отрасли считают себя ущемленными при распределении плодов труда, доказывают, что их вклад в общее дело недооценивается. А как на самом деле? Что говорит современная наука, может ли она дать достаточно объективные критерии оценки в такой, например, сложной отрасли, как транспорт...

«Оригинальное и плодотворное исследование» — такими словами академик В.С. Семенихин характеризует в своем предисловии книгу Р.И. Образцовой, П.Г. Кузнецова и С.Б. Пшеничникова «Инженерно-экономический анализ транспортных систем» (Москва, «Наука», 1990 г., ответственный редактор академик К.В. Фролов). Книга эта посвящена комплексному исследованию проблем функционирования и развития транспорта, разработке основ эффективного управления транспортными системами.

Разрабатывая методологию проектирования современной автоматизированной системой управления транспортом (и прежде всего железнодорожными перевозками), авторы считают необходимым нахождение измеряемой величины, которая характеризует конечный результат деятельности транспорта и позволяет объективно и точно оценить его работу.

Читатель вправе возмутиться: опять о показателях! Да, мы прямо потонули в них, используется чуть не триста измерителей эксплуатационной работы железных дорог. Однако беда в том, что применяемые показатели не отражают сущности транспортной услуги и не приводятся к единому. Отсутствие же такого стержневого показателя делает невозможным комплексный подход к проблемам функционирования и развития транспорта, равно как и применение современной вычислительной техники.

Так вот, взамен тонно-километра — незаконно господствующего показателя, применение которого нанесло и наносит народному хозяйству

⁵⁶ Текст публикуется согласно газетной заметке 1990 г. (точный источник не установлен).

огромный ущерб, авторы предлагают иной измеритель — «тран», позволяющий перейти к объективной и комплексной оценке работы транспорта. «Транспортный процесс, — читаем в книге, — является обязательным продолжением любого производственного процесса, так как продукт, созданный в промышленности или сельском хозяйстве, только тогда готов к потреблению, когда он доставлен к месту назначения». Справедливо полагая, что скорость доставки груза в работе транспорта дело не последнее, авторы обосновывают «тран» как произведение массы груза на расстояние и квадрат скорости доставки.

Применяя «мертвый» показатель — тонно-километр, мы не улавливаем разницы в доставке груза массой в 1 тонну на расстояние в 1000 километром за сутки, за месяц, за год. В итоге все равно будет 1000 тонно-километров. Применение «живого» показателя — «трана» не медленно даст ощутимую разницу в оценке транспортной услуги. Благодаря ему, можно, в частности, оценить удельный вес каждого фактора на единой основе и сформировать систему управления, оказывающую воздействие на дефекты. Улучшать работу транспорта можно и за счет увеличения объема технических средств, скорости движения, качества ремонта, ускорения разгрузки и выгрузки. Любое улучшение или ухудшение сразу будет зафиксировано по изменению удельной скорости транспортировки грузов.

Новый подход позволяет с единых позиций рассматривать работу всех видов транспорта в различных вариантах сочетания их использования, открывает дорогу к обоснованию и уточнению тарифов. Авторы считают, что «...удвоенная скорость доставки увеличивает тарифную ставку в четыре раза», а само удвоение скорости предполагает увеличение мощности в восемь раз. Ясно, что без знания подобных соотношений невозможна эквивалентная оценка транспортных услуг, а, следовательно, их обоснованная оплата.

Представляемая работа, отличающаяся глубиной теоретического анализа, обоснованностью предлагаемых практических решений, относится к редкому пока у нас и за рубежом жанру междисциплинарных исследований, необходимость в которых в наши дни возрастает. Помимо глубокой проработки транспортных проблем, читатель найдет в книге изложение основ программно-целевого метода и энергетического анализа общественного производства, тензорного анализа сетей Габриэля Крона, оригинальные подходы к разработке математического аппарата описания нелинейных систем и решению связанных с ними задач.

Остается лишь удивляться тому, что столь уникальная и нужная книга издана смехотворным тиражом — 500 экземпляров.

Впрочем, есть и более серьезные поводы для удивления. Вновь обратимся к тексту книги: «Уровень производительности труда относится к понятиям, характеризующим целое, что запрещает их применения к отдельной части. Например, когда говорят о росте производительности труда автослесарей, этот уровень измеряют числом тонно-километров на одного рабочего. Нетрудно видеть, что этот показатель можно сделать «быстрорастущим»: достаточно оставить одного автослесаря... Дикость такой меры бросается в глаза каждому человеку, но... такой «показатель» существует и вычисляется. В силу того, что важнейший показатель — темп роста производительности труда в системе общественного производства — кое-кто «конкретизировал» до «рабочего места», мы и встречаемся с парадоксальной ситуацией — отсутствием «сквозного критерия эффективности».

Парадоксальную ситуацию надо преодолевать. Если рост производительности труда важен для развития общества (а в этом, похоже, никто не сомневается), неплохо было бы найти обоснованный подход к оценке эффективности общественного производства. В решение этой сложной задачи обсуждаемая книга вносит весомый, нетривиальный вклад.

Кандидат философских наук,
директор Центральной научной библиотеки
Уральского отделения АН СССР
Свердловск.

В. Корюкин

Ветров А.В.

Заключение на материал П.Г. Кузнецова⁵⁷

Ни из названия, ни из текста документа, к сожалению, не видно достаточно четко, какую цель, какую задачу ставит перед собой автор. Можно предположить, что речь идет об измерении денежного паритета неким опосредующим эрзац-показателем, выраженным не в стоимостной, а в вещественно-натуральной форме. Использованием этого нового показателя предполагается устранить расхождение между динамикой продукта в номинальном денежном выражении и изменением его в реальном (физическом) объеме. Общеизвестно, что данным различием широко пользуются США как страна с доминирующей в мире валютой с целью спекулятивно-финансовой эксплуатации большинства других государств.

В принципе, подобный вопрос может рассматриваться в рамках происходящей дискуссии о новой парадигме развития, о демократизации международных экономических отношений и реформировании мировой валютно-финансовой системы (МВФС), в которую теперь все необратимее втягивается российский рубль.

Однако выражаемая автором идея о необходимости введения натурального заменителя валютно-денежного курса представляется малоубедительной, непродуктивной и практически неосуществимой — в качестве инструмента для изменения господствующего «монетаристского» направления в мировой экономической политике.

Основные замечания по существу — следующие:

1. Методологически неверно предполагать, что введение новых расчетных показателей способно само по себе привести к решению сложной проблемы неэквивалентного обмена и финансовой эксплуатации в сфере современных МЭО. Предлагаемый автором «энергетический» эрзац денежной единицы ничего не меняет в господствующих отношениях монополистической конкуренции на мировом рынке. А именно они определяют в значительной степени стоимостно-ценовые пропорции на тех же рынках энергоносителей. США, например, всегда будут стремиться к занижению мировых цен на нефть.

⁵⁷ Текст публикуется согласно компьютерной распечатке, датированной 26 июля 1996 г., и представляет собой отзыв на статью П.Г. Кузнецова «Киловатт-час — универсальная мера стоимости в мировой экономике III тысячелетия» (см. третий том «Науки развития Жизни», с. 166-169). Публикуется впервые.

2. Концепция «физической экономики» Ларуша, на которую ссылаются в своих доводах автор, вовсе не сводится к «натурализации» денег. Главное в ней — приоритет, отдаваемый росту реальной экономики, созданию базовой инфраструктуры, научно-технологического потенциала — при активной поддержке государства. Вместе все это способно нейтрализовать деструктивный эффект от засилья в экономике спекулятивно-финансового капитала, подорвать его монопольное лидерство, дать импульс развитию реальной экономики, прогрессивных видов производств. Только повышение удельного веса национального хозяйства в мировой экономике и торговле могут привести к прогрессирующему устранению финансовой эксплуатации страны ведущими промышленно-банковскими державами. Именно обеспечение условий для этого должно стать главным лейтмотивом действий развивающихся и посткоммунистических государств, которые при взаимной координации своих усилий могли бы придать ускорение и глубину процессу реформирования МВФС.

3. Предлагаемые автором в качестве универсального расчетного эквивалента т.н. энергетические деньги вряд ли способны выполнять возлагаемые на них функции. Дело в том, что энергоносители, также как и энергопродукты, представляют собой обычный вид товара, пожалуй только испытывающий в наибольшей степени конъюнктурные колебания, причем не только в сфере экономики, но и политики тоже. Амплитуда колебаний цен вокруг стоимости здесь наибольшая. Свидетельством тому — чередования мировых энергетических кризисов с полосами стабилизации и даже сокращения энергопотребления, что соответственно сказывается на искусственном завышении или занижении цен. Разумеется, таким «эквивалентом» неправомерно исчислять движение реальной стоимости общественного, в т.ч. мирового продукта. Более того, такие исчисления неизбежно затрагивали бы по-разному интересы различных групп стран, что само по себе исключает использование «энергетических денег» как универсального расчетного инструмента.

4. Выдвигаемая проблема сложности в учете движения реальных стоимостей является на самом деле сильно преувеличенной, если не просто надуманной. Непонятно, почему автором игнорируется широко известная в современной статистике практика ведения учета динамики продукта как в условно неизменных ценах (по его физическому объему), так и в реальных (текущих) ценах. Использование показателя дефлятора позволяет практически элиминировать фактор обесценивания денег в экономических расчетах.

5. Наконец, нельзя не отметить своего рода утопичность в представлениях о том, что выдвигаемая идея о введении энергетического эквивалента денежной стоимости сможет быть принята международным сообществом. Оно уже необратимо втянуто (в русле естественно-исторической необходимости) в глобальные интеграционные процессы со своими сложившимися механизмами. Конечно, существующая система МВФС нуждается в совершенствовании, но на слом ее никто идти не намерен. Речь идет на современном этапе об условиях для создания на базе расширяющегося «валютного плюрализма» в мире действительно международной валюты, на основе адекватно подобранной «корзины валют» — с учетом реального веса соответствующих стран в мировой экономике и торговле. Это способствовало бы демократизации современных МЭО и продвижению к постепенному снятию вопросов неэквивалентного обмена. Очевидно, что в этой достаточно сложной области не может быть «простых и быстрых» решений, открывающих пути к действительному урегулированию существующих, порой весьма острых, проблем.

Консультант, д.э.н. А.В. Ветров



26.07.96 г.

Приложение 2. Письма в поддержку П.Г. Кузнецова

Автор не указан.

Набросок письма Л.И. Брежневу⁵⁸

Глубокоуважаемый Леонид Ильич!

Мы считаем необходимым привлечь Ваше внимание к судьбе коммуниста Побиска Георгиевича Кузнецова и просим Вас оказать положительное влияние на ход событий.

Мы обращаемся к Вам лишь потому, что в данном случае речь идет об исключительном деле, исход которого может нанести урон интересам страны.

10 августа с/г. следственными органами МВД СССР по обвинению в крупном хищении П.Г. Кузнецов был арестован, и ему грозит тяжелое наказание. Вместе с тем, как нам сообщила жена П.Г. Кузнецова, и следственные органы, и прокуратура признают, что лично им никаких крупных сумм не присвоено.

Мы не сомневаемся в том, что как следственные органы, так и правосудие с формальной точки зрения правильно определяют меру его вины и ответственность. Однако они, будучи плохо знакомы, могут неполно или искаженно представить мотивы, которые обусловили поступки ПГК.

Кузнецов, как нам представляется, сознательно шел на известные финансовые нарушения, стремясь возможно быстрее реализовать свои идеи.

(Рукопись обрывается)

⁵⁸ Текст публикуется согласно рукописному документу, датированному 1970 г. Публикуется впервые. Предположительно автором наброска является В.В. Парин, который активно участвовал в кампании по оправданию П.Г. Кузнецова в период «дела против ЛаСУРс» (в частности — инициировал совместно с А.И. Бергом и подписал обращение к XXIV съезду КПСС, которое также приводится в данном томе). Подробнее см. первый том «Науки развития Жизни», с. 195-197. Также о знакомстве и совместной работе П.Г. Кузнецова и В.В. Парина в норильских лагерях и в дальнейшем см. там же, с. 172-176.

Балезин С.А., Парин В.В., Дербинов Ю.В., Никаноров С.П.
Письмо XXIV съезду КПСС⁵⁹

XXIV съезду партии

Мы, группа ученых и специалистов, просим съезд помочь в правильном решении вопроса о судьбе коммуниста Кузнецова Побиска Георгиевича (состоящего на учете в партийной организации Московского государственного педагогического института им. В.И. Ленина) и созданной им лаборатории систем управления.

На основании результатов финансовой ревизии, обнаружившей нарушения, лаборатория около года назад была расформирована. Тяжело переживая все происходящее, П.Г. Кузнецов слег с 10 марта с/г года с инфарктом, а в прошлом году перенес приступ сильных спазмов сосудов мозга.

Мы не сомневаемся в том, что закон правильно определит характер и степень нарушений, если они имели место, и сделает свои выводы. Мы решаемся обратиться к съезду и сказать о Кузнецове только потому, что считаем его человеком уникальных способностей, жизнь и работа которого представляют ценность для нашей страны. Независимо от результатов следствия мы просим съезд помочь обеспечить возможность работать и, в той или иной форме, восстановить его лабораторию.

П.Г. Кузнецов родился в 1924 году. Его отец и мать — коммунисты. Отец — преподаватель философии. П.Г. Кузнецов ушел добровольцем на фронт, командовал подразделением разведки и показал себя стойким и смелым бойцом. Награжден орденом Красной звезды. Был тяжело ранен и длительное время находился на излечении в госпитале. После выздоровления был необоснованно репрессирован и до 1957 года находился в заключении. Полностью реабилитирован. Находясь в заключении, усиленно занимался самообразованием, что позволило ему вскоре после освобождения заочно закончить Московский государственный химико-технологический институт. Дипломная работа его, по мнению некоторых специалистов, находилась на уровне кандидатской диссертации. С 1965 года П.Г. Кузнецов занят созданием и развитием лаборатории систем управления, которая за четыре года превратилась из небольшой группы в организацию, имевшую более ста человек.

П.Г. Кузнецов представляет собой чрезвычайно своеобразный тип личности и ученого. Он принадлежит к той категории ученых, которые

⁵⁹ Текст публикуется согласно машинописному документу, датированному мартом 1971 г. Публикуется впервые.

наделены даром глубокого критического осмысления сделанного наукой, способностью смело вступать в бой с оппонентами, делать далеко идущие положительные выводы. Он беззаветно предан науке, является патриотом своей Родины и стойким коммунистом. Наиболее яркой чертой П.Г. Кузнецова является его преданность одной идее, которая составляет основу его мироощущения, научной и практической деятельности, является движущим мотивом во всех его начинаниях, его разнообразных связях и интересах.

Это его центральная идея представляет собой вариант естественнонаучного объяснения развития человеческого общества, основанный на предположении, что существует процесс природы, который с необходимостью вызвал явление жизни и определяет ее развитие на всех этапах, включая человеческое общество и его новейшую историю. Эта идея как таковая не является новой и (как показал в своем обзоре П.Г. Кузнецов) развивалась и поддерживалась виднейшими мыслителями и учеными от Энгельса до Вернадского, она поддерживается целиком или в каких-то частях и формах и многими зарубежными и советскими учеными, например, Нааном, Забелиным, Терлецким.

Познакомившись в начале 60-х годов с работами по совершенствованию организации и управления народным хозяйством, с широкими возможностями, которые предоставили этой работе вычислительные машины и математические методы, Кузнецов понял, что именно эта область, во всей ее грандиозности и значительности, должна стать основным и естественным потребителем его идей. Несмотря на то, что он находил небольшое понимание у специалистов, П.Г. Кузнецов настойчиво работал и, переосмыслив с новой точки зрения свои идеи, пришел ко многим важным и продуктивным выводам.

К ним относятся идея об энергии как всеобщем эквиваленте обмена в обществе, энергии как мере уровня развития общества, темпе роста энергии как критерии развития общества; методологическая концепция потоков и их пересечений, кольцевых потоков и их пересечений; оригинальная трактовка понятия «план» для социалистического общества и критерии для оценки является некоторый перечень задач планом; идеи, касающиеся построения программ развития медицины; некоторые важные элементы методологии построения научных теорий; соображения о построении модели личности и типологии межличностных конфликтов; и многие другие. Многие из идей П.Г. Кузнецова нашли отражение в его публикациях, но многие излагались им устно в беседах или семинарах, или же описывались в неопубликованных материалах.

Позиция, занятая П.Г. Кузнецовым, по-видимому, дает возможность определить полный комплекс подсистем для управления народным хозяйством, а также предложить эффективный критерий развития. Выводы, которые при этом получаются, весьма серьезны и заслуживают внимательного изучения, критики и использования.

Хотя идеи развивались постепенно, к 1966 году созрел общий замысел их реализации. Он состоял в том, чтобы создать организацию, которая бы занялась бы вопросами методологии проектирования систем управления народным хозяйством на основе описанного комплекса идей. Такая организация, естественно, должна была стать достаточно большой, иметь широкие связи, большой опыт и широкую компетентность.

Таковы были исходные предпосылки для создания лаборатории.

Находясь в МГПИ и не видя возможности быстро реализовать этот замысел, П.Г. Кузнецов решил создать ее в форме хозрасчетного подразделения в Научно-исследовательском секторе МГПИ, как это уже делали другие люди в других организациях.

Однако созданная им лаборатория имела большие трудности. Не было помещения, обслуживающего персонала, коллектив был весьма разношерстный, не сработавшийся, многие ничего не слышали об идеях Кузнецова, и их подготовка не позволяла им их понять, очень трудно было привлекать необходимых специалистов и т.д. Поэтому много времени и внимания приходилось уделять подготовке кадров; коллектив много времени тратил на неизбежные ошибки, организационную неразбериху и т.д.

Несмотря на все эти трудности, за четыре года лаборатория выполнила ряд работ, которые могут быть разбиты на три основных направления.

Первое направление представляет собой разработку и внедрение различных типов систем целевого планирования и управления. В результате этой работы была разработана документация на целевые системы управления Спутник-1, Спутник-2, Спутник-3, частично на Спутник-5, на упрощенные системы Скалар-1 и Скалар-2. На основе этой документации были созданы в ряде организаций действующие системы планирования и управления. Работа лаборатории в ряде случаев была удачной и получила высокую оценку заказчиков. За работу в НЭЖ в ИМБП П.Г. Кузнецов был награжден медалью «За трудовую доблесть». В некоторых других случаях работа была менее удачной.

Второе направление было посвящено разработке методологических основ проектирования и внедрения систем управления. В рамках этого направления оформился и нашел ряд приложений так называемый проблемно-ориентированный подход к созданию систем управления. Этот

подход выгодно отличается от применяемых в настоящее время и в ряде случаев может оказаться весьма перспективным. Получено большое количество положительных отзывов на работы этого направления как от заказчиков, так и от посторонних организаций.

Третье направление охватывает работы по разработке и применению системных методов анализа естественных и искусственных языков и выработке рекомендаций по построению языка общения человека и машины.

Кроме указанных договорных работ лаборатория и ее сотрудники осуществили большое количество публикаций статей по тематике лаборатории; велась большая переводческая работа, в результате переведены на русский язык и частично изданы важнейшие книги и статьи по системному анализу, проектированию систем управления и другим смежным вопросам; проведено большое количество лекций и семинаров, некоторые материалы лаборатории изданы в Германской демократической республике. Лаборатория имеет большой научно-технический задел, далеко еще не реализованный.

Таким образом, лаборатория, которая только еще начинала формироваться, уже давала полезные результаты. Однако ее главное богатство было еще почти не затронуто. Представляется, что решение о расформировании лаборатории, даже если там имели место известные нарушения закона, было неоправданным актом, здоровые силы лаборатории и ее основное направление должны были быть сохранены и защищены от людей, нарушающих закон, и должны были быть созданы условия для дальнейшего развития ее.

Мы особенно просим съезд поставить перед соответствующими органами задачу самым внимательным и бережным образом разобраться с П.Г. Кузнецовым, а также рассмотреть вопрос о восстановлении лаборатории.

Приложение: список опубликованных работ и работ, подготовленных к публикации; кроме этих материалов лаборатория выпустила документацию и составила ряд отчетов и передала их заказчикам.

Доктор химических наук, профессор МГПИ им. В.И. Ленина Москва, Н. Песчаная, 19/10, кв. 152	С.А. Балезин
Академик АН СССР и АМН СССР Москва, А-284, Беговая ул., д. 11, кв. 72	В.В. Парин
Доктор исторических наук, профессор Москва, Г-165, Кутузовский просп., д. 26, кв. 327	Ю.В. Дербинов
Инженер Москва, Д-363, Нелидовская, 15, к. 1, кв. 66	С.П. Никаноров

Никаноров С.П.

Письмо А.И. от 11 июля 1971 г.⁶⁰

Глубокоуважаемый Александр Иванович!

По просьбе Побиска Георгиевича Кузнецова посылаю Вам сборник со статьей В.Г. Афанасьева и П.Г. Кузнецова.

Надеюсь, что Вы сумеете выкроить немного времени, чтобы прочесть и оценить ее. Если подход, который изложен в статье, Вас заинтересует, я могу указать материалы и изложить детали вопроса.

Вы, должно быть, знаете о неприятностях, которые постигли П.Г. Кузнецова и его лабораторию (Вам говорил Ю.А. Авдеев). Я весьма пессимистически смотрю на исход этого дела, думаю, что суд будет и что Кузнецову придется отвечать, как и некоторым другим лицам. Косвенно этот процесс заденет многих и очень многих людей и организаций.

Кузнецов шел на нарушение закона, преследуя свои цели. Похоже, что он лично не взял ни копейки. И в этом большая трудность для следствия, т.к. мотивация не стандартная. Это не обогащение и не карьера. Говорят — частнопредпринимательская деятельность. Но непонятна цель этой деятельности — корыстных целей у него не было.

Не знаю, какую найдут статью, какую-нибудь найдут. Действие закона никто не может остановить, это сейчас так. Можно говорить только о смягчении и еще об уроках этого дела.

Обществу, которое было глухо к многим его идеям, в высшей степени оригинальным и творческим, он бросил вызов. Александр Иванович! Понимаете ли Вы, что в данном случае речь идет о вещах незаурядных, исключительных? Обратите внимание на посвящение, которое адресует Вам Побиск перед своей статьей (стр. 211). Можете ли Вы вспомнить, о чем тогда шла речь? Кузнецов — человек уникального ума и способностей, с очень редким видением мира и пониманием своей роли в нем. У него много очень серьезных недостатков. Но он представляет исключительную ценность, которая, к сожалению, почти не используется его страной.

Недавно группа ученых, в числе которых и покойный В.В. Парин, обратилась к съезду партии с просьбой учесть при решении дела ценность Кузнецова. Демичев направил письмо прокурору СССР, и оно приобщено

⁶⁰ Текст публикуется согласно машинописному документу, датированному 11 июля 1971 г. Публикуется впервые. Точный адресат письма не установлен.

к делу. Если Вы захотите, я смогу познакомить Вас с содержанием этого письма.

11.07.71

Ваш —

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters that appear to be 'S.P. Nikanorov'.

С.П. Никаноров.

Для связи: Москва, Д363, Нелидовская, 15, к. 1, кв. 66,
Никаноров Спартак Петрович, тел. дом. 493-78-40.

Глушков В.М., Семенихин В.С., Афанасьев В.Г.
Характеристика научной значимости работ
Кузнецова Побиска Георгиевича⁶¹

За период с 1956 по 1975 гг. П.Г. Кузнецовым выполнено более 60 работ в области термодинамики, экономики, кибернетики, биологии, химии, медицины, социологии, психологии. Большая часть работ П.Г. Кузнецова характеризуется тенденцией к интеграции, позволяющей синтезировать идеи из различных областей знания. Такая направленность сочетается с проникновением в сущность наименее разработанных этими науками вопросов и выдвиганием оригинальных идей. Несмотря на широкий диапазон исследуемых задач, работы П.Г. Кузнецова подчинены единой общей идее — раскрытию механизма явлений жизни и общества, созданию теоретических основ и практических систем управления объектами народного хозяйства.

Опираясь на свои основные концепции, П.Г. Кузнецов получил за последние 12-15 лет ряд важных результатов в различных областях науки и техники, в том числе:

- эффективные физико-химические методы разделения многокомпонентных смесей, получившие практическое применение и высокую оценку специалистов-химиков;
- термодинамические методы решения сложных научно-технических проблем (динамика неголономных открытых систем, анализ функций материалов, технических систем и пр.);
- некоторые критерии научного управления экономикой, развитием транспортных, энергетических и промышленных систем;
- развитие принципов системного анализа применительно к задачам создания комплексов и образцов новой техники;
- конкретные системы планирования и управления комплексными научными программами («Спутник», «Скалар»), получившие распространение как в нашей стране, так и за рубежом;
- модели и методы учета различных социально-экономических факторов, характерных для развития современного общества;

⁶¹ Текст публикуется согласно машинописному документу, датированному 1975 г. По всей видимости, основу для текста документа составила «Характеристика научной значимости работ Кузнецова Побиска Георгиевича» 1971 г., также приведенная в настоящем томе. По итогам направления данного письма в Комитет партийного контроля при ЦК КПСС П.Г. Кузнецов был восстановлен в партии.

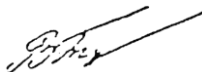
- ряд важных научных положений в области биологии, медицины и здравоохранения, получивших дальнейшее развитие в Сибирском отделении АМН СССР.

П.Г. Кузнецов обладает способностью использовать при решении сложных научных проблем в одних областях знания аппарат других наук, зачастую очень удаленных. Это затрудняет немедленное и широкое восприятие, признание и реализацию его идей, но это же и является ценным в научном исследовании, так как именно такой широкий синтез способствует прокладыванию новых путей в науке.

Работы П.Г. Кузнецова отличаются принципиальным партийным подходом и основаны на глубоком знании и умелом использовании марксистско-ленинской методологии.

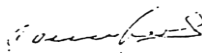
Продолжение и развитие работ П.Г. Кузнецова несомненно могут дать существенный вклад в развитие отечественной науки и техники.

Академик АН СССР



В. Глушков

Академик АН СССР



В. Семенихин

Член-корреспондент АН СССР



В. Афанасьев

Научное издание

Кузнецов Побиск Георгиевич

НАУКА РАЗВИТИЯ ЖИЗНИ

Редакторы:

Шамаева Е.Ф., Попов Е.Б.

Составители:

Шамаева Е.Ф., Попов Е.Б.

Инициатор публикации серии:

Большаков Б.Е.

Технический редактор:

Попов Е.Б.

Компьютерная верстка:

Гапонов А.А.

Корректор:

Попов Е.Б.

Подписано к печати 29.06.2021.
Формат 59,4-х 42/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 18,4. Уч.-изд. л. 15,01.
Тираж 150 экз. Заказ № 1143.

Отпечатано в ООО «Графика»
с готовых оригинал-макетов
без изменения содержания
601650, г. Александров, Владимирская обл.,
Красный переулоч, д. 13
Телефон: 8(49244) 3-20-10, 3-20-11
e-mail: algortip@mail.ru

