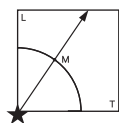


**Международная научная школа
устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова**



**РУССКОЕ
КОСМИЧЕСКОЕ
ОБЩЕСТВО**

**Побиск Георгиевич
Кузнецов**

Отраслевое управление:
избранные работы

Москва, 2023

ББК 65.30
УДК 338.24
К 89

Составители: Шамаева Е.Ф., Попов Е.Б.

Кузнецов П.Г.

К 89 Отраслевое управление: избранные работы / П.Г. Кузнецов. — М.: ГУУ, 2023. — 260 с.: ил.

ISBN 978-5-905527-53-1

Сборник включает часть научного наследия П.Г. Кузнецова (1924 – 2000), относящуюся к отраслевому управлению и смежным областям деятельности.

Существенная доля включенных в настоящее издание работ относится к периоду 1960-х гг., когда П.Г. Кузнецов возглавлял Лабораторию систем управления разработками систем (ЛасУРС) в МГПИ им. В.И. Ленина, а также к 1970-м гг. — началу работы над закрытой научно-исследовательской работой «Эффективность» (НИР «Эффективность»).

Материалы освещают теоретические и концептуальные основы систем сетевого планирования СПУТНИК и СКАЛАР, их структуру, некоторые организационные и экономические аспекты применения.

Вошедшие работы ранее опубликованы в сборнике трудов П.Г. Кузнецова «Наука развития Жизни» (5 томов, издается с 2015 г.).

ББК 65.30
УДК 338.24

ISBN 978-5-905527-53-1

© Русское Космическое Общество

© Международная научная школа
устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова



Содержание

Предисловие составителей	5
Кузнецов П. Г. Мировая экономика как большая система, поддающаяся управлению.	18
Кузнецов П. Г. Отчет об опыте введения систем сетевого планирования и управления в научно-исследовательские и проектные работы	31
Кузнецов П. Г. О введении системы сетевого планирования и управления на комплекс работ по созданию сложного объекта	37
Беляков-Бодин В.И., Кузнецов П. Г., Шафранский В. В. Системы «СПУТНИК».	46
Кузнецов П. Г. О системах «СПУТНИК-СКАЛАР» для планирования и управления очень большими комплексными программами	62
Кузнецов П. Г. Методология системного подхода к проектированию автоматизированных систем управления	64
ди Бартини Р. О., Кузнецов П. Г. О коэффициенте полезного действия в системах транспортировки	97
Кузнецов П. Г. Искусственный интеллект и разум человеческой популяции	116
Кузнецов П. Г. К вопросу об организации службы научной информации	168
Кузнецов П. Г., Чесноков В. С. Методические вопросы совершенствования расчетов эффективности капитальных вложений и новой техники	177
Афанасьев В. Г., Кузнецов П. Г. Системность и некоторые проблемы оптимизации управления	190
Кузнецов П. Г. Основные принципы, на которых строится система СКАЛАР-2	226
Кузнецов П. Г. Метод «дефектной ведомости»	228
Образцова Р. И., Кузнецов П. Г., Пшеничников С. Б. Система СПУТНИК	238
Образцова Р. И., Кузнецов П. Г., Пшеничников С. Б. Технические средства отображения информации в системе СКАЛАР-2	255

Предисловие составителей

Уважаемый читатель!

Вашему вниманию предлагается первый тематический сборник научных работ Побиска Георгиевича Кузнецова (1924–2000) – выдающегося советского и российского ученого-энциклопедиста. П. Г. Кузнецов наиболее известен как специалист по системам сетевого планирования и управления, теоретик физической экономики, математик, а на первоначальном этапе научной карьеры – как химик (имел ученую степень кандидата химических наук). Однако его наследие не исчерпывается обозначенной тематикой и включает работы, затрагивающие физику, биологию, социологию, политологию, логику и мн. др.

«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 этиминауками вопросов и выдвиганием оригинальных идей... П. Г. Кузнецов обладает способностью использовать при решении сложных научных проблем в одних областях знания и 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», – такую оценку научной значимости работ Кузнецова дали академики АН СССР В. М. Глушков, В. С. Семенихин и В. Г. Афанасьев в 1975 г.

Международная научная школа устойчивого развития, носящая имя П. Г. Кузнецова, с 2015 года, осуществляет систематическую публикацию многотомного собрания его трудов под общим заголовком «Наука развития Жизни» (к моменту подготовки настоящего издания выпущено 5 томов). Данная книга выбивается из этого ряда, поскольку составлена по иному принципу: она содержит тексты, объединенные «стержневой» темой отраслевого управления, которые уже были опубликованы в том или ином томе «Науки...». Основных причин

тому две: во-первых, актуальность проблематики, во-вторых, труднодоступность некоторых ранее вышедших томов, из-за ограниченности тиража, ставшего библиографической редкостью.

Если обратиться к терминологии, то под «отраслевым управлением» можно понимать:

- в узком смысле – систему государственного управления, объектами управления в которой выступают совокупности взаимосвязанных предприятий, специализирующихся на производстве определенного вида продукции, или организаций, оказывающих конкретный вид услуг (каждая такая совокупность называется отраслью), а субъектами управления являются отраслевые министерства или иные органы исполнительной власти;
- в широком смысле – систему государственного управления, объекты управления в которой осуществляют деятельность однородного характера (т. е. под отраслью в данном случае понимается сфера деятельности), а субъектами также оказываются министерства или иные органы исполнительной власти.

«Узость» первого определения проистекает из критерия разделения объектов управления – по *виду конечного продукта (услуги)*. В свою очередь, для «широкого» определения таким критерием выступает сам *вид осуществляемой деятельности*. К примеру, Министерство газовой промышленности, Министерство строительного, дорожного и коммунального машиностроения или Министерство приборостроения подпадают под первую трактовку, а Министерство природных ресурсов и экологии, Министерство промышленности и торговли или Министерство труда и социальной защиты – под вторую.

Отраслевое управление, понимаемое в вышеуказанном узком смысле, получило наибольшее развитие в СССР в 1946–1989 гг. В эти временные рамки по большей части укладывается и научная деятельность П. Г. Кузнецова, посвященная данной тематике. Поэтому видится уместным обращение к истории вопроса.

Отраслевое управление в СССР: структура и эволюция¹

Весной 1946 г. были заложены основы послевоенной системы отраслевого управления в Советском Союзе: преобразованы органы центрального управления – ключевым звеном в этой системе стали министерства (своего рода «штабы» отраслей), возглавляемые членами советского Правительства. В последующие 7 лет происходили адаптационные изменения в созданном административном аппарате: министерства дробились и объединялись согласно специализации отраслей народного хозяйства, однако постоянными при этом оставались Министерство тяжелого машиностроения, Министерство транспортного машиностроения, Министерство строительного машиностроения, Министерство приборостроения, Министерство топливной промышленности и энергетики, Министерство медицинской промышленности, Министерство лесной промышленности, Министерство химической промышленности, Министерство легкой промышленности, Министерство пищевой промышленности и некоторые другие, в т. ч. пять министерств, управлявших агропромом. Кроме того, в поисках оптимального соотношения централизации и децентрализации управления изменялось соотношение общесоюзных и союзно-республиканских министерств. Необходимо отметить, что наиболее важные с точки зрения советского руководства предприятия были подчинены напрямую союзным министерствам.

Для этого периода характерны жесткие вертикальные связи в управленческой структуре, бюрократизм и некоторое дублирование функций, однако тоталитарное начало позволило мобилизовать имевшиеся силы и ресурсы и обеспечить восстановление экономики после войны в достаточно сжатые сроки.

¹ При подготовке обзора использованы источники:

- Основы управления социалистическим производством: учебник для вузов / Под ред. Д. М. Крука. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Экономика, 1985. 278 с.
- Овсянко Д. М. Административное право: учеб. пособие. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Юристъ, 2000. 468 с.
- Ляпина И. Р. Отраслевой подход к управлению народным хозяйством: положительные и негативные моменты // Вестник ТГУ, вып. 12 (92), 2010. С. 383–390.
- Гапсаламов А. Р. Система управления промышленностью Советского Союза: теоретический аспект // Интернет-журнал «Науковедение», вып. 6 (19), ноябрь-декабрь 2013. Идент. № статьи 92EVN 613.
- Атапов А. Б. Административное право. В 2 т. Т. 2. Публичные процедуры. Особенная часть: учебник для вузов. 12-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во «Юрайт», 2021. 440 с.

Следующий этап в эволюции системы управления народным хозяйством начался в 1957 году и характеризовался большим акцентом на территориальный принцип управления, нежели на отраслевой. Было создано 105 региональных коллегиальных административных органов (Советов народного хозяйства, совнархозов), при этом 141 союзные и союзно-республиканские министерства подверглись ликвидации – вместо них сформированы сравнительно малочисленные государственные отраслевые комитеты, координирующие научно-техническую политику. В состав совнархозов вошли в том числе руководители крупнейших предприятий соответствующих регионов, а для решения конкретных проблем в них создавались технико-экономические советы, включавшие научных работников, инженеров и администраторов. Важнейшей особенностью совнархозов являлось подчинение республиканским правительствам, что обусловило определенную автономию в руководстве предприятиями, учреждениями и организациями регионов.

Последующие 8 лет (1957–1965 гг.) показали низкую эффективность такой системы управления: ухудшилось использование основных фондов, уменьшилась роль производительности труда в увеличении объемов производства. Предприятия не были заинтересованы во внедрении достижений научно-технического прогресса и улучшении использования фондов, поскольку основное внимание уделялось выполнению текущих планов, а не перспективному развитию; кроме того, выросла пассивность рабочих, ухудшилось их отношение к труду.

Сложившаяся ситуация привела к дискуссиям среди экономистов в первой половине 1960-х гг., проходившим с ведома Госплана СССР. Камнем преткновения стало совмещение централизованного планирования с условиями для проявления инициативы на местах, чему препятствовало в первую очередь недостаточное материальное стимулирование. Хотя удовлетворительного решения найдено не было, общее признание получила необходимость увязывания планово-организаторской и хозяйственной деятельности государства со всеми объективными экономическими законами, в том числе с законом стоимости.

С приходом к власти Л. И. Брежнева был произведен «откат» ряда хрущевских реформ: совнархозы упразднились, и были восстановлены министерства, к ведению которых отнесли годовое и перспективное планирование развития отраслей, утверждение штатов центрального управления, контроль деятельности главков. Контрреформа проходила под лозунгом интенсификации производства и повышения его эффективности, и в первое время показатели деятельности предприятий и народного хозяйства в целом улучшились, однако уже в начале 1970-х гг. вновь произошло их снижение, в т. ч. уменьшились реальные доходы населения. Причинами тому послужили как ограничение самостоятельности предприятий в принятии даже оперативных решений, так и частые корректировки планов, сопряженные с планированием «от достигнутого уровня».

В 1973 г. сложившаяся система отраслевого управления претерпела изменения: ликвидировались главные управления министерств, устанавливалась единая трехзвенная «вертикаль» (министерство – производственное объединение – предприятие). При этом многие предприятия, а в ряде случаев и объединения не имели права решать вопросы развития собственной инфраструктуры, материального стимулирования своих работников, распределения среди них жилья.

Вместе с тем, с середины 1970-х гг. нарастало дублирование функций в аппарате управления: 20 отделов Секретариата ЦК КПСС, призванные осуществлять «политическое руководство» отраслями страны, по факту дублировали работу соответствующих министерств, оттесняли и подменяли их.

Кроме того, существовавшие противоречия интересов территорий и ведомств в рамках сложившейся системы не были разрешены, что вызвало появление ситуативных решений: создавались советы директоров, штабы по координации, постоянные и временные партийные группы – причем, по инициативе партийных, а не государственных органов. В одних случаях «баланс сил» смещался в пользу отраслевых органов управления, в других – главенство брали местные власти; порой доходило до прямого игнорирования указаний «противоположной стороны», но это было скорее исключением, чем правилом.

В 1979 г. для стимулирования развития экономики была предпринята еще одна реформа, большое внимание в рамках которой уделялось рациональному сочетанию отраслевого и территориального планирования (в т.ч. конкретизации перечня плановых показателей), управления, разработке целевых комплексных программ, территориально-отраслевых программ интенсификации экономики отдельных регионов. В продолжение этих мер в 1983 г. вводились новые критерии выполнения плановых заданий – по объему реализованной продукции, номенклатуре изделий, их качеству и срокам изготовления, по росту производительности труда, снижению затрат и повышению технического уровня производства.

Постепенно (хотя иной раз и непоследовательно) происходило расширение полномочий предприятий и производственных объединений, что было сопряжено с развитием бригадных форм организации труда, требовавших определенной самостоятельности низовых структур как минимум в оперативных решениях. Внедрение этих форм было обусловлено давлением со стороны партийных структур и часто встречало противодействие администраций предприятий. Медленно, высшие инстанции начинали делегировать оперативные полномочия на уровни ниже, оставляя за собой «глобальные» задачи – интеграцию производственной деятельности в масштабах регионов и страны в целом.

Однако неизменным оставался сам приоритет отраслевого принципа управления, в связи с которым развитие территории любого масштаба (город, район, область, республика) определялось именно отраслевыми решениями, т.е. со времен упразднения совнархозов непрерывно менялась структура, но не концепция управления.

Поскольку критерием отнесения предприятия или организации к определенной отрасли является однородность деятельности, а форма собственности влияет только на степень управляющего воздействия, в современной системе государственного управления Российской Федерации можно наблюдать атипичные полномочия некоторых министерств и ведомств. Например, Министерство энергетики Российской Федерации осуществляет контрольные функции в отноше-

нии не подчиненных ему организаций (относящихся к коммерческой инфраструктуре оптового рынка электроэнергии и мощности, а также саморегулируемых организаций), равно как и Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (которое, например, лицензирует производство лекарственных средств). Одними из наиболее широких полномочий по осуществлению контрольно-надзорных функций наделено – в соответствующей отрасли – Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации.

Подводя итоги исторического экскурса, отметим следующее:

- сильнейшим преимуществом отраслевого подхода к управлению является возможность в кратчайшие сроки мобилизовать и перераспределить ресурсы всего государства для решения неотложных макроэкономических задач; кроме того, планирование необходимых трудовых ресурсов по отраслям увеличивало предсказуемость последствий принимаемых решений, облегчало прогнозирование;
- главными недостатками отраслевого подхода к управлению являются: во-первых, дисбаланс как между спросом и предложением на товары народного потребления, так и между отраслями, производившими товары массового потребления и производившими средства производства (но данный недостаток характерен для советской системы планирования и распределения в целом); во-вторых, незаинтересованность руководителей предприятий в коммерческой эффективности вверенных им производств, в хорошем сервисе, привлекательном дизайне и высоком качестве продукции – вместо этого главной целью было выполнение или небольшое перевыполнение плана, сформулированного в количественных показателях (при этом государство поддерживает убыточные отрасли – например, ЖКХ, – не допуская роста цен для конечных потребителей).

Рассмотрим теперь, каковы место и роль исследований и разработок П. Г. Кузнецова в советской системе отраслевого управления.

ЛаСУРС, системы СПУТНИК-СКАААР и НИР «Эффективность»²

П. Г. Кузнецов широко известен в первую очередь как специалист по системам сетевого планирования, и именно эта грань его разносторонней научной деятельности неразрывно связана с отраслевым управлением.

С идеями и методами сетевого планирования Кузнецова ознакомил один из основоположников системного анализа в СССР С. П. Никаноров в 1963 г. В это же время сам Кузнецов выступил с предложением разработки системы социально-экономического и политического прогнозирования «ГЛОБУС», основанной на принципах физически понимаемой экономики, которое разослал в научные и административные инстанции (первая статья в настоящем сборнике).

Соединение этих двух начал на практике произошло в рамках работы Сектора сетевого планирования МГПИ им. В. И. Ленина, созданного в 1965 г. и преобразованного сначала в Лабораторию систем управления в 1967 г., а затем в Лабораторию систем управления разработками систем (ЛаСУРС) в 1968 г.; на протяжении всего срока существования этого научного коллектива его возглавлял П. Г. Кузнецов. Лаборатория просуществовала до 1970 г., но за столь краткий срок успела объединить до 150 специалистов – целую плеяду «системщиков» и ученых из смежных сфер – и продемонстрировать впечатляющие результаты деятельности.

ЛаСУРС разрабатывала системы сетевого планирования и целевого управления, наиболее известными из которых являются СПУТНИК (система сетевого планирования и управления тематическими научно-исследовательскими коллективами) и СКА-

² При подготовке раздела использованы источники:

- Биография П. Г. Кузнецова / Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том I. Введение. М.: РАЕН, 2015. С. 159–219.
- Беляков-Бодин В. И., Никаноров С. П., Петров А. Е. НИР «Эффективность» и ее представление в документах архива П. Г. Кузнецова (фонд 152) / Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том IV. НИР «Эффективность». М.-Дубна: Русское космическое общество (РКО) – Международная научная школа устойчивого развития им. П. Г. Кузнецова, 2020. – С. 10–16.
- Подольный И. А. Что было, то было: Записки счастливого человека. Вологда, 2001.
- Славин Б. Ф. Идеология возвращается. М.: Социально-гуманитарные знания, 2009.
- Чесноков В. С. Из плеяды великих (к 90-летию со дня рождения П. Г. Кузнецова) // Электронное научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление»: Т. 10, № 2 (23), 2014. С. 29–67.

ЛАР (система контроля акций лиц, акций разработки). Сетевые модели обсчитывались специально созданным для этого программным комплексом, реализованным на советской суперЭВМ БЭСМ-6. Теоретические и концептуальные основы создаваемых систем были едиными: идеи физической экономики, конструктивно увязанные П.Г. Кузнецовым, стали рассматриваться в терминах целей, достижением которых можно управлять; при этом критерием являлся рост потока энергии на человека в год. Применялась проблемно-ориентированная методология системного анализа для выделения приоритетных направлений и их отношения, впервые были разделены функционирование, поддержание и развитие системы.

По сути, ЛаСУРС можно рассматривать как прообраз консалтинговой фирмы. Системы СПУТНИК и СКАЛАР имели впечатляющие возможности масштабирования и адаптации под нужды конкретного заказчика. Результаты деятельности ЛаСУРС применялись в космической (разработка систем жизнеобеспечения для скафандров и для автономной лунной станции), судостроительной, радиоэлектронной отраслях, в угольной (координирование работы соответствующих проектных институтов) и химической³ промышленности.

АСУ «Кунцево», создававшаяся для нужд предприятий военно-промышленного комплекса, работа над которой в определенный момент зашла в тупик из-за некорректных теоретических оснований, была успешно завершена силами Лаборатории.

В 1967 г. коллектив приступил к созданию системы управления морским торговым флотом СССР (отголоски этой работы читатель встретит в некоторых статьях, включенных в сборник), начал сотрудничать с Институтом математики Сибирского отделения АН СССР. В том же году специалисты Лаборатории занялись проблемами международных отношений по заказу МИД СССР.

Третье главное управление Минздрава заказало и получило систему СПУТНИК-3, позволившую координировать ~4000 НИР

³ П.Г. Кузнецов «перекинул мостик» между 10 предшествующими годами своей работы в области химии и последующей деятельностью, связанной с планированием и управлением, выпустив в соавторстве с Г.В. Смирновым небольшую научно-популярную книгу «Кибернетика и химия» в 1966 г.

в области медицины с участием ~18000 исполнителей. Аналогичную систему подготовили для Минобразования.

Триумфом «организационных технологий» ЛаСУРС явилось применение НПО «Энергия» и соисполнителями модифицированной системы на основе СКАЛАР в рамках работ по космической программе «Энергия» – «Буран», в течение 18 лет объединивших 1286 предприятий и 86 министерств и ведомств (с общим числом конечных исполнителей ~1 млн. человек). Однако этот поистине выдающийся пример отраслевого управления состоялся уже после ликвидации Лаборатории.

Видится неуместным подробно освещать трагическую гибель ЛаСУРС и пребывание П. Г. Кузнецова по ложному обвинению в лапах «карательной психиатрии» (интересующиеся читатели могут ознакомиться с этой историей в приложении к первому тому «Науки развития Жизни» либо в открытых источниках). Уделим внимание продолжению работы над «организационными технологиями» на качественно новом уровне и в совершенно ином масштабе – а именно НИР «Эффективность».

Закрытый характер НИР «Эффективность» обуславливает определенную фрагментарность имеющихся о ней сведений. Известно, что она началась в 1975 г., и П. Г. Кузнецов возглавил ее по инициативе контр-адмирала Б. А. Киясова и академика В. С. Семенихина (впоследствии ее курировал М. И. Гвардейцев), став главным конструктором информационно-аналитической системы для Ставки Верховного главнокомандующего. В задачи НИР входила разработка системы управления страной на особый период, объединяющей управление народным хозяйством, вооруженными силами и идеологией. Доступные материалы, опубликованные в IV томе «Науки развития Жизни», свидетельствуют, что работа велась на неизменных теоретических основах, выработанных П. Г. Кузнецовым еще в 1960-е гг., однако сфера охвата разработок позволяет говорить даже не о «межотраслевом», а о глобальном управлении.

Первый этап НИР был связан с переходом от оценки эффективности лишь текущего функционирования рассматриваемой крупномасштабной системы к оценке эффективности развивающихся систем, иначе говоря – к оценке эффективности управления развитием. При этой постановке особую важность приоб-

рела выдвинутая П.Г. Кузнецовым концепция существования у крупномасштабных систем объективного закона развития, выраженного в физически определенных величинах, и его понимание критерия эффективности управления развитием таких систем как степени соответствия управляющих воздействий тем возможностям, которые предоставляются законом развития.

На втором этапе НИР, связанном с развитием понятийного аппарата и инструментария, необходимых для разработки постановки проблемы, полученной по результатам первого этапа, были привлечены научные коллективы Института общей и педагогической психологии АПН (В.В. Давыдов) и др.

На третьем этапе НИР исследования проводились и в рамках другой нетрадиционной постановки: оценки эффективности сторон конфликтующих крупномасштабных систем. При этом оказалось необходимым пересмотреть не только состав физически определенных индикаторов, значение которых характеризует возможности продолжения такими системами их конфликтного взаимодействия. Потребовалось выстроить целостную теоретическую конструкцию, объединявшую философские, системологические, социальные, психологические и иные аспекты конфликтного взаимодействия, рассматриваемые с единых методологических позиций, которые изначально были заложены в НИР «Эффективность» П.Г. Кузнецовым. К работам этого направления также был привлечен ряд новых ученых, специалистов и научных коллективов, в том числе РТИ им. Минца (Д. С. Конторов), ВНИИ прикладных автоматизированных систем (О.Л. Смирнов), Институт философии АН СССР (Б. Ф. Славин) и др.

Результатом проведенных этапов НИР «Эффективность» явился ряд выводов – в т. ч. о наличии необходимости скорейшей разработки и создания в СССР системы управления с повышенной устойчивостью к средствам воздействия на ключевые звенья экономики и государственной машины. Хотя эти выводы были доведены до соответствующих органов и уровней управления страной, адекватных решений по ним принято не было. Последовавшие с середины 1980-х гг. события косвенно подтвердили выводы, сделанные в рамках НИР «Эффективность».

Компьютерная модель системы управления мировым и советским развитием по энергетическим критериям не была

создана в НИИАА из-за недостаточной мощности имевшихся вычислительных машин. В 1987 г. НИР «Эффективность» фактически завершилась.

Некоторые идеи, исследовательские задачи и результаты, представленные в книге Д. С. Конторова, Н. В. Михайлова и Ю. С. Саврасова «Основы физической экономики» (М.: Радио и связь, 1999), отразили их участие в НИР «Эффективность».

В 1980-е гг. непосредственная работа П. Г. Кузнецова также была связана с системами планирования и управления, однако не отраслевого характера: в масштабах одной организации (в июле 1986 г. он был принят на должность начальника лаборатории информатики издательства ЦК КПСС «Правда», а вскоре был назначен на должность заместителя начальника отдела АСУ издательства «Правда») и в региональном масштабе (в 1981 г. он возглавил работы по проектированию системы питания Латвийской ССР – с применением ранее полученных наработок систем СПУТНИК и СКАЛАР, – а в 1988 г. принял участие в разработке Единой комплексной программы интенсификации народного хозяйства Москвы и Московской области «Прогресс-95»). К региональному управлению идеи П. Г. Кузнецова также оказались применимы, поскольку они основаны на прочном «законном» (объективных законов природы и исторического развития) фундаменте.

После распада СССР и отказа от плановой экономики многие выработанные идеи, применявшиеся методы и технологии организации и управления оказались позабытыми. Сегодня их актуальность и необходимость внедрения особенно возрастает.

Отраслевое управление и современность

Государственное управление в современной России (в части структуры и функций исполнительной власти) если и может быть охарактеризовано как отраслевое, то только в широком смысле. Однако не следует забывать о существовании государственных корпораций, так называемых «естественных монополий» и крупных частных коммерческих структур. Некоторые из них возникли в результате трансформации соответствующих советских министерств и ведомств, и их сфера деятельности, величина и влияние позволяют если и не приравнять их к целым отраслям, то как минимум говорить о существовании преемственности.

Применение систем СПУТНИК и СКАЛАР на практике доказало гибкость и масштабируемость. Вытекающая из этих свойств универсальность делает возможным их использование на разных уровнях управления, отдельно взятое предприятие или целая группа компаний.

За прошедшие с момента создания этих систем десятилетия сетевое планирование и целевое управление продолжали развиваться, и на сегодняшний день имеются решения, адаптированные под различные запросы (ERP-системы, системы управления эффективностью СРМ, ЕРМ, ВРМ и др.). Однако отличительной чертой СПУТНИКа и СКАЛАРа является их «фундамент» – энергетический подход, основанный на объективных законах, который сочетается с простой и ясной структурой.

Отметим, что эти системы уже на этапе проектирования предполагали электронную реализацию (изначально – на суперЭВМ). Вычислительные мощности современных ПК многократно превосходят возможности машин тех лет, что упрощает применение СПУТНИКа и СКАЛАРа в крупномасштабных проектах. Попытки электронной реализации систем предпринимались, но созданные варианты не получили широкого распространения.

Коллектив Международной научной школы устойчивого развития имени П.Г. Кузнецова выражает уверенность, что разработки в области отраслевого планирования и управления, представленные в сборнике, найдут путь к производителю и получат новую достойную реализацию в качестве программных комплексов. Надеемся, что сборник станет «кирпичиком» в основании будущего «здания».

Руководитель научного проекта Центра проектирования устойчивого развития институтов гражданского общества Государственного университета управления, член Международной научной школы устойчивого развития им. П. Г. Кузнецова кандидат технических наук, доцент
Е.Ф. Шамаева

Главный технолог ООО «НТЦ «Анклав», член Международной научной школы устойчивого развития им. П. Г. Кузнецова
Е.Б. Попов

Кузнецов П. Г.

Мировая экономика как большая система, поддающаяся управлению⁴

Введение

Предметом изучения мировой экономики является производство. Эта система очень велика и очень сложна, что приводит к необходимости ее упрощения. Однако процесс сведения сложного к простому может осуществляться по многим направлениям. Мы считаем, что это сведение должно осуществляться на базе *термодинамических законов*. Основанием для такого пути упрощения являются следующие обстоятельства.

На изготовление каждого предмета в любом производственном процессе необходимо расходовать энергию. Это очевидное положение мы и кладем в основу всего последующего анализа. Принимая только это положение, мы уже можем выделить из всех возможных решений, относящихся к мировой экономике – одно: во всем мире не может быть изготовлено предметов больше, чем имеется за данный промежуток времени, энергии у стран и народов. Таким образом, если фиксировать в качестве отрезка времени *одну секунду*, то вся мировая продукция не более, чем позволяют энергетические мощности. Энергетические мощности каждой страны (т.е. электроэнергия, нефть, уголь, газ, торф, живая сила людей и животных) ограничены. Это приводит к верхнему пределу возможного выпуска продукта.

Ограниченность величины годового продукта приводит к тому, что никакое волевое решение по увеличению выпуска продукта выше теоретической возможности, поставленной законами термодинамики, невозможно. При заданном значении мощности можно увеличивать производство некоторого продукта только за счет сокращения производства других продуктов. Оптимальное управление и означает, что возникающая потребность в новом продукте должна удовлетворяться за счет других продуктов безболезненного воздействия на всю экономику.

⁴ Работа написана в 1963 г. Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том III. Правильное применение закона. – М.: РАЕН, 2015. – С. 19–30.

Однако названное ограничение не распространяется на повышение коэффициента использования имеющейся энергии, известное в обыденной жизни под названием «скрытых резервов».

В порядке примечания можно отметить, что примерно 99% всех энергетических затрат являются бесполезными потерями, т. е. национальный продукт, при современном уровне техники, составляет около одного процента от теоретически возможного. Из этого примечания видно, какое важное значение имеет *термодинамический* анализ, как самой системы, так и существующих производств.

Не следует думать, что столь низкий процент использования энергии характеризует экономику отдельной страны – он присущ всей мировой экономике на данном уровне развития науки и техники.

В группе американских экономистов, занимающихся изучением структуры американской экономики, по сформулированному выше направлению основные работы проведены под руководством Х. В. Ченери (Исследование структуры американской экономики. – М.: ГСИ, 1958). Мы считаем необходимым привести основные результаты этой работы. Понятие **производство**, исключающее производство услуг, определяется Ченери следующим образом (стр. 339): «Для экономиста «производство» означает все, что делается с предметом или с группой предметов, чтобы увеличить их стоимость. Это действие большей частью выражается в изменении формы, но оно может заключаться просто в изменениях во времени и месте. Основным физическим условием, необходимым для осуществления какого-либо из этих изменений (за исключением только изменений во времени) является приложение энергии в той или иной форме. В результате происходит изменение формы энергии в системе. Применение энергии является общим как для понятия производства экономистом, так и для понятия производства инженером».

Используя общность понимания производства с точки зрения расхода энергии, Ченери выводит *инженерно-экономическую функцию процесса*, которая характеризует все виды затрат на проведение процесса. Выводимая им функция имеет показатель теоретически требуемой энергии, который показывает

минимум энергии, без которого производственный процесс не может быть осуществлен. Однако, пишет Ченери (стр. 346): «...энергия, затраченная в действительности на производственный процесс, всегда будет больше этого количества в связи с неизбежными потерями во всех превращениях. Уравнение (8.2) показывает предел технических усовершенствований, целью которых является сокращение разрыва между затрачиваемой энергией и энергией на данное превращение, например, в тоннах угля на бочку цемента».

В процессе последующего изложения Ченери и его сотрудники показали полную применимость такого анализа к таким разнородным процессам, как транспортировка газа, ткацкое производство, авиаперевозки и др.

Мы используем эти же предпосылки для анализа всей мировой экономики. По этой причине мы остановимся на анализе единичной технологической схемы и установим соответствие между энергетическими показателями и категориями политической экономики.

Анализ элементарного технологического процесса

Всякий технологический процесс может рассматриваться как энергетический преобразователь, выполняющий разделение подводимой к нему полезной энергии на две части. Одна часть энергии, совершая полезную работу, образует пропорциональное количество продукта. Другая часть – теряется бесполезно. Потoki сырья можно рассматривать как присоединенные энергетические потоки, расходуемые в других местах на поиски, добычу и транспортировку материала. При таком рассмотрении технологическая схема приобретает вид, который очень удобен для последующего анализа. Вся подводимая к процессу энергия равна сумме двух частей: полезной и бесполезно теряемой энергии.

Полезная работа, совершаемая при создании продукта, связана линейно с количеством получаемого продукта. Это позволяет сделать некоторые выводы. Технологический процесс, снабжаемый постоянным количеством энергии, создает тем больше продукта, чем больше величина полезной доли в полном потоке энергии. Полученный результат изображен на рис. 1.

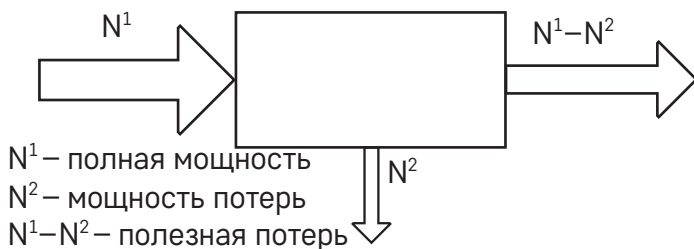


Рис. 1. Технологический процесс как энергетический преобразователь

Нетрудно видеть, что есть два пути увеличения выпуска данного продукта. Первый путь – это увеличить полную величину мощности, направляемой на производство данного продукта, сняв эту энергию с производства другого продукта. При постоянной доле потерь величина выпуска будет прямо пропорциональна количеству энергии, расходуемой на производство данного продукта. Второй путь заключается в сокращении бесполезных потерь энергии. Увеличение доли полезной мощности также приводит к увеличению выпуска данного продукта.

Приведем примерный расчет, показывающий порядок величин бесполезных потерь в народном хозяйстве. Добыча руды осуществляется со средним коэффициентом полезного действия порядка 20%, т. е. только 0,2 от взятой энергии превращается в готовый продукт – руду. Превращение руды в чугун и сталь совершается с такой же полезной долей, т. е. с долей 0,2. От двух последовательных технологических операций в металл превращается только 0,04 от всей израсходованной энергии. Превращение этих материалов в изделия промышленности совершается с такой же долей полезной энергии, т. е. с долей 0,2. Конечный продукт получен с выходом по расходу энергии в 0,008.

99,2% энергии на трех операциях оказались утраченными в виде бесполезных потерь. В подобном состоянии находятся и другие отрасли народного хозяйства. Существуют производства, где положение значительно хуже, чем в приведенном примере.

На основании проведенного анализа элементарного технологического процесса можно предложить некоторый показатель совершенства технологии, являющийся *обобщенным термодинамическим коэффициентом полезного действия*. Мы предлага-

ем назвать этот инженерно-экономический показатель – *коэффициентом совершенства технологии*.

Введение этого показателя будет полезно и для инженера, и для экономиста, ибо он обнажает структуру потерь и показывает возможность технических усовершенствований. Ясное представление об источниках потерь по всей технологической цепочке облегчает формулировку заданий исследовательским институтам и направляет внимание рационализаторов на наиболее слабые участки технологии. Однако до настоящего момента в большинстве производств даже не пытались определить величину разрыва между теоретически необходимыми затратами и фактическими расходами. Правда, для выполнения названных расчетов нужна хорошая термодинамическая подготовка, но *термодинамику нужно знать* каждому инженеру и каждому экономисту.

Обратимся теперь к связи между энергетическими показателями и экономическими категориями. Известно, что очень важно повышать производительность труда и развивать производительные силы. Эти категории в схеме технологического процесса определены через измеряемые величины. Мы можем утверждать, что производительность одного работающего зависит от двух факторов. Первый фактор – это величина мощности, которая используется работающим. Второй фактор – это величина коэффициента совершенства технологии. Чем выше значение этих двух показателей, тем выше производительность труда.

Однако повышение коэффициента совершенствования технологии во всех технологических процессах возможно при наличии очень грамотных инженеров и исследователей. Эти знания наши специалисты и получают в системе высшего образования. Учет названных факторов, обуславливающих рост производительности труда, требует очень существенного улучшения физико-математического и термодинамического образования во всех вузах страны.

Мы не рассматриваем пока (за краткостью записки) идеологических факторов, имеющих весьма существенное значение. Нужно иметь в виду, что производительник должен уметь и хотеть совершенствовать технологический процесс. Это приводит к анализу стимулирования.

Термодинамический анализ народного хозяйства всей страны

Приведенная схема технологического процесса имеет тот же вид и по отношению к производственным процессам *во всем народном хозяйстве*. Однако теперь мощность имеет смысл относительно всех источников энергии (в потоках энергии – *мощности*), которыми располагает вся страна. Это будут: уголь, нефть, торф, газ, продукты питания и т.д. Потери энергии берутся относительно всех технологических процессов. Наконец, полезная доля мощности всех технологических процессов имеет материальное воплощение в *национальном доходе*.

Партия и правительство преследуют цель наиболее быстрого удовлетворения растущих потребностей населения. Эти потребности и удовлетворяются за счет общественного продукта. По *n*-ой величине задача удовлетворения растущих потребностей – это задача увеличения производства общественного продукта.

Из схемы рис. 1 видно, что эта задача совпадает с задачей повышения производительности труда. Однако теперь повышение производительности труда нельзя получить за счет перевода энергии с одного процесса в другой. С другой стороны, имеются два пути повышения производительности труда за счет самого национального дохода.

Первый путь – это прямой рост *энерговооруженности всей промышленности*, достигаемый некоторой долей общественно-го продукта, направляемого в тяжелую промышленность. Эта статья расходов в национальном бюджете совпадает с обычным обозначением группы А. Второй путь – повышение коэффициента совершенства технологии по всем отраслям народного хозяйства достигается по линии расходов на бытовые нужды (материальное стимулирование *«уметь и хотеть»*) и на развитие *науки*. Как ни странно, но именно научные исследования и обеспечивают совершенствование технологии за счет сокращения потерь. Некоторая часть науки, само собою разумеется, работает на первую группу.

Если изложенное выше по термодинамическому описанию народного хозяйства не противоречит здравому смыслу, то мы можем заметить, что вся система ведет себя подобно *усилителю мощности*. Обычно такие системы называют динамическими

системами, но наша система развивается в направлении непрерывного увеличения свободной энергии. Экспоненциальный рост мощности, имеющейся в распоряжении народного хозяйства, может рассматриваться как эмпирический факт, характеризующий открытую термодинамическую систему (рис. 2). Мы можем иллюстрировать этот факт графиком роста *мощности электростанций*, хотя подобным образом растут потоки и других первичных энергоносителей.

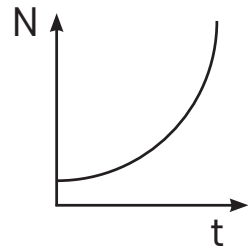
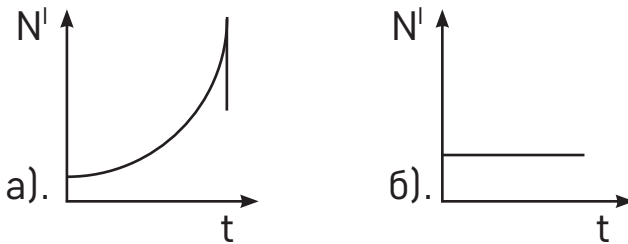


Рис. 2. Рост мощности электростанций

Динамические системы с положительным показателем степени в экспоненте, вообще говоря, *неустойчивы*. Поведение таких систем можно моделировать усилителем мощности с переменной величиной обратной связи. Известно, что усилители с большим коэффициентом усиления и слабой отрицательной обратной связью иногда срываются в режим автоколебаний. График срыва усилителя в режим автоколебаний приведен на рис. 3а.



**Рис. 3. а) слабая отрицательная обратная связь;
б) сильная или глубокая обратная (отрицательная) связь**

В радиотехнических схемах явление срыва усилителя в режим автоколебаний предупреждают введением глубокой отрицательной обратной связи. Влияние глубокой отрицательной обратной связи на работу усилителя показано на рис. 3б.

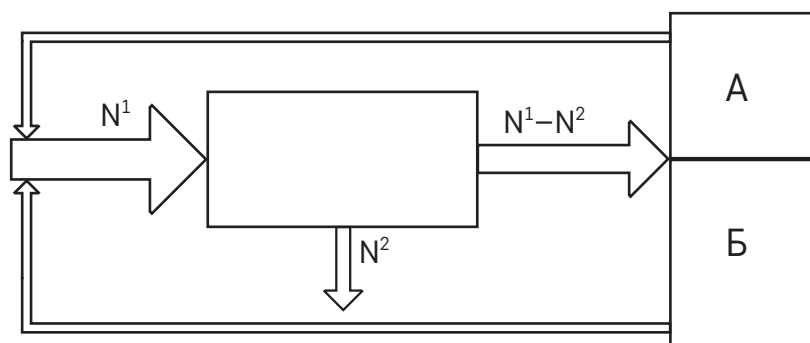
График срыва в режим автоколебаний соответствует реальному поведению некоторых экономических систем, которые можно

охарактеризовать слабой отрицательной обратной связью. Проявлением этого в экономических системах является «отсутствие платежеспособного спроса», «колебания деловой активности» и другие явления в капиталистической экономике, которые мы объединяем в одно слово – «кризис». В экономике социалистических стран такого рода явления можно наблюдать при непропорциональности распределения национального дохода между группами А и Б, что проявилось в «китайском скачке».

На рис. 3б мы теряем эффект усиления. Мощность перестает увеличиваться, что не способствует росту производительности труда и ведет к разрыву между ростом потребностей и темпами роста производства.

В схеме нашего народного хозяйства роль положительной и отрицательной обратной связи принадлежит предметам групп А и Б (рис. 4).

Мы можем рассматривать предметы группы А как положительную обратную связь именно потому, что строительство новых производственных мощностей увеличивает полную мощность, имеющуюся в распоряжении государства. Действительно, если весь национальный доход направить только на производство предметов группы А (конечно, этого делать никто не будет), то можно получить режим работы народного хозяйства, соответствующий рис. 3а.



- N^1 – полная мощность
- N^2 – мощность потерь
- $N^1 - N^2$ – полезная потеря
- А – положительная обратная связь через группу А
- Б – отрицательная обратная связь через группу Б

Рис. 4. Схема народного хозяйства как усилителя мощности

С другой стороны, если направить весь национальный доход на производство предметов потребления и прекратить капиталовложения в тяжелую промышленность, то мы получим режим работы народного хозяйства, соответствующий рис. 3б. Это дает основание полагать, что группа *Б* представляет собой отрицательную обратную связь в модели усилителя. В социальном плане это проявляется в тесной связи интересов партии и правительства с интересами народа. Так как крайние режимы работы приводят к нежелательным результатам, то существует такая область распределения национального дохода, при нахождении в которой возможен *максимальный темп роста мощности* и, одновременно, *максимальный темп роста национального дохода*. Этот режим работы народного хозяйства должен быть найден на модели распределения энергетических потоков. Нетрудно видеть, что приведенная схема отражает многие особенности народного хозяйства, но схема не учитывает необходимых затрат на оборонные нужды. Это свидетельствует, что наша схема существенно неполна. Полная картина общественно необходимых затрат может быть получена из расширенной модели мировой экономики.

Мировая экономическая система как большая открытая термодинамическая система

В сфере производства, т. е. процессе изготовления предметов, все государственные системы энергетически подобны.

На подъем тонны груза на высоту один метр любая общественно-экономическая формация должна израсходовать 1000 килограммометров работы. Существенным отличием, точнее, противоположным свойством, обладает социалистическая система в сфере *распределения общественного продукта*.

Наша страна заинтересована в развитии производительных сил, а не в прибыли, которую извлекают частные предприниматели. С точки зрения приведенной модели усилителя это различие сводится к способу реализации обратной связи, тождественной связи интересов партии и народа.

Энергетический, т. е. термодинамический анализ мировой экономики возможен без использования спорных экономических понятий типа *прибыли, цены, себестоимости* и т. д. Физиче-

ский смысл названных понятий может быть без большого труда получен из термодинамической модели в полном соответствии с «Капиталом» К. Маркса⁵.

Наш анализ мировой экономики удобнее провести, если принять реальное деление экономики на блоки – блок социалистических стран, блок капиталистических стран и блок неприсоединившихся стран. Наибольший интерес представляют первые два блока, так как неприсоединившиеся страны не представляют особого труда для подобного анализа. Мы знаем, что в настоящее время идет очень острая экономическая и идеологическая борьба двух систем. Империалисты избрали в качестве экономической политики – политику «холодной войны». Покажем, что в их положении – это самое лучшее средство задержать развитие социалистического лагеря. Империализм *не может* иначе помешать победе коммунизма.

Однако это приводит к целому ряду трудностей и в системе социалистических стран. Форсируя гонку вооружений, американский империализм хочет получить перевес в военной области с целью *военного нападения* на систему социализма. Этой тенденции противодействуют наши вооруженные силы и наша оборонная промышленность. Данная ситуация соответствует в модели равенству *мощностей в группе Б*. Так появляется новый элемент в схеме народного хозяйства системы социалистических стран, порожденный агрессивными намерениями наших врагов. Поэтому самой первой задачей нашего правительства в существующих условиях является защита нашей страны от угрозы нападения. Это и определяет *первоочередное значение расходов на оборону страны*.

Оставшаяся часть национального дохода может быть выделена на производство предметов ранее названных групп А и Б. Обозначим полную мощность (все виды энергоносителей) социалистических стран N_C^1 , а полную мощность капиталистического блока N_K^1 . Схема двух блоков как двух усилителей, направленных друг против друга, показана на рис. 5.

⁵ Имеются данные, что разработка подобной модели проводилась в 1880 году украинским демократом Подолинским. Этими работами очень интересовался в 1882 году К. Маркс. Смерть К. Маркса в 1883 году, по-видимому, не позволила К. Марксу продолжить эту работу. Работы Подолинского высоко оценены Ф. Энгельсом. – *прим. авт.*

Предварительная грубая оценка показывает, что пока еще капиталистический блок имеет полную мощность в 2,5 раза большую, чем блок социалистических стран. Это приводит к превышению продукта капиталистического блока над продуктом социалистического блока в 2 раза. Если капиталистический блок выделяет 20% своих мощностей на военные нужды, то равенство вооруженных сил достигается переводом 20% мощностей социалистического блока на нужды обороны. Названные цифры дают порядок величин, так как они вытекают из модели. Вынужденные расходы на нужды обороны приводят к уменьшению группы А, т. е. проявляются в замедлении роста мощностей. Эти же расходы вынуждают сокращать группу В, что приводит к снижению уровня жизни. Таким образом, капиталистический блок оказывает некоторое воздействие на нашу экономику, вынуждая снимать ассигнования, т. е. переводить мощности с производства групп А и В в группу В.

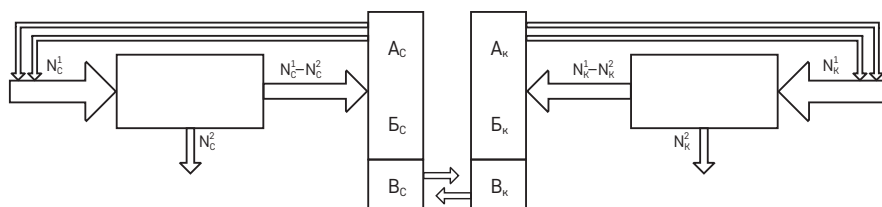


Рис. 5. Блок-схема аналоговой машины, моделирующей мировую экономику

Очевидно, что при существующей ситуации блок социалистических стран не может надеяться на получение мощностей от своего врага. Мы стоим перед необходимостью *мобилизовать тотально все резервы мировой социалистической системы*. Это означает, что нельзя терять ни одного киловатт-часа, ни одной калории ни в одной отрасли народного хозяйства. Потери энергии в любой отрасли – есть и потеря военного потенциала, есть потеря в борьбе двух систем. Более того, то, что мы потеряли сегодня, нельзя вернуть завтра. Каждая потеря в нашем хозяйстве – есть прямое пособничество врагу.

Создание электронной модели «Глобус», моделирующей мировую экономику, становится делом *необходимым*. Ее раз-

работка должна быть начата уже сегодня, практически сейчас. Промедление становится подобным смерти.

Еще до создания модели можно существенно улучшить положение дел путем четкой формулировки *научных и инженерных требований* по развитию экономики. Эти требования технического прогресса должны быть понятны каждому инженеру, технику, рабочему, колхознику. Они должны быть выражены на языке народа и отражать *существо* дела.

Эти требования должны найти отражение в экономических стимулах, которые усиленно обсуждаются нашей печатью.

О чем спорят экономисты?

Может быть, не следовало начинать с вопроса. Однако рост производительности труда – это не только экономическая задача: это задача *решается всем народом*. По этой причине в решении экономических проблем должны принимать участие (да и принимают) не только экономисты. Нужно комплексное решение инженерных и экономических проблем. Недавно был назван критерий эффективности, который имеет весьма неприятную окраску – «*прибыль*». Этот показатель, если его повторять часто и для не-экономиста, может оказать нехорошее идеологическое воздействие на трудящихся, что хорошо отмечено в материалах Пленума ЦК КПСС.

В приведенном выше рассмотрении мы видим, что есть два фактора, составляющих физическую и инженерную природу *производительности труда*: *рост энерговооруженности* и *рост коэффициента совершенства технологий*. Если при принятых экономических предложениях по ценообразованию система цен придет в противоречие с темпами роста этих показателей, то система ценообразования будет *препятствовать развитию производительных сил*. По этой причине и не может *экономическая проблема* решаться *в отрыве* от инженерных характеристик. Для решения экономических проблем и установления их связи с наукой и производством *необходимо создать особый орган*, который приведет в соответствие все достижения различных наук. Большое значение в решении этой проблемы будет иметь и новая наука – *кибернетика*.

Последнее замечание о роли кибернетики следует оговорить особо. Автор данной записки весьма обеспокоен моделями народного хозяйства, создаваемыми по схеме В. Леонтьева.

Это не означает, что матричные модели межотраслевых и межрайонных связей не нужны. Автора тревожит *ненадежность исходных данных*, которые используются в названных моделях. Еще большую опасность представляет попытка представить эти модели за *решение экономических проблем*, возникающая из непонимания существа дела некоторыми математиками. Этот вопрос слишком сложен и не может быть изложен коротко. Если будут нужны более полные данные, то они могут быть представлены и обсуждены на соответствующих совещаниях.

В отличие от схемы Леонтьева, описанная выше модель кладет в основу наиболее общие *термодинамические* закономерности. Термодинамическая модель может быть приведена в соответствие с потоками финансового обеспечения. Из нее вытекает, что есть «рубли», «цена», «прибыль» в полном соответствии с «Капиталом» К. Маркса. Существует тесная связь между потоками энергии и денежными потоками в стране. Это соответствие особенно заметно, когда мы говорим, что на выполнение этой работы у нас нет денег. Деньги можно напечатать. Но если нет *производительной мощности*, то отпечатанные деньги не спасут положения. Тонна алюминия – это 20000 киловатт-часов электроэнергии. Если у нас нет этой энергии, то тонну алюминия уже нельзя получить, даже при наличии тонны денежных знаков. Именно об этом и забывают некоторые математики, работающие над экономическими моделями.

Заключение

1. Предложена эквивалентная электрическая схема модели «Глобус», предназначенной для моделирования мировой экономики.
2. Указан физический смысл экономической категории «*производительность труда*».
3. Указана возможность планирования технических усовершенствований.
4. Каждый киловатт-час, каждая калория, потерянные сегодня, – подарок противнику.
5. Показана необходимость включения в государственный план работ по моделированию мировой экономики на вычислительных машинах.
6. Показана необходимость объединения ученых различных областей науки для разработки глобальных моделей.

Кузнецов П.Г.

Отчет об опыте введения систем сетевого планирования и управления в научно-исследовательские и проектные работы⁶

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.

1.

“Tantum 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»

⁶ Работа написана приблизительно в 1965-66 гг. Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П.Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том V. Введение в сетевое планирование. Работы разных лет. — М.-Дубна: Русское космическое общество (РКО) – Международная научная школа устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова, 2021. — С. 11-15.

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 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[аким] о[бразом], 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:

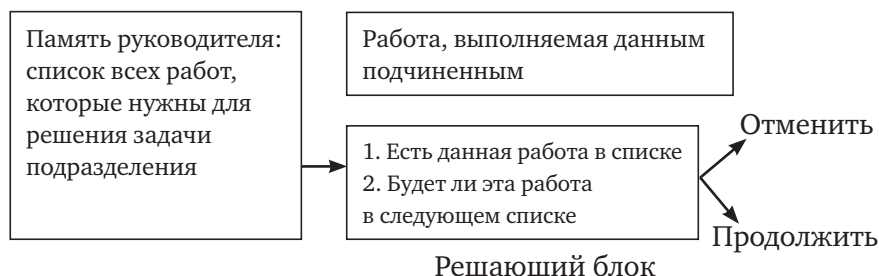


Рис. 1. Блок-схема решения руководителя

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.

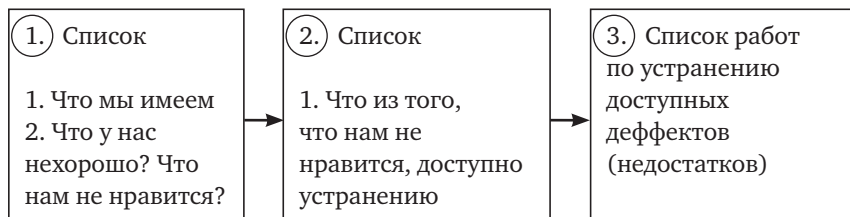


Рис. 2. Блок-схема составления плана

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:

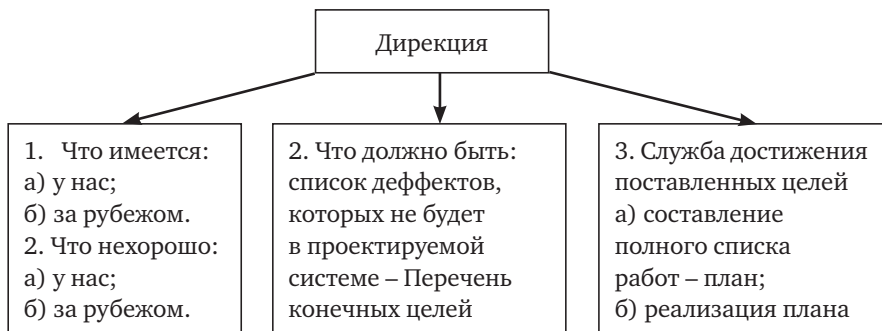


Рис. 3.

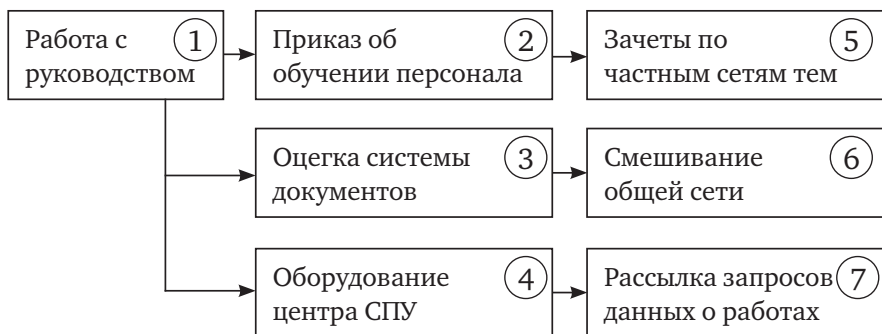


Рис. 4. Блок-схема эффективного ввода системы СПУ для управления НИИ

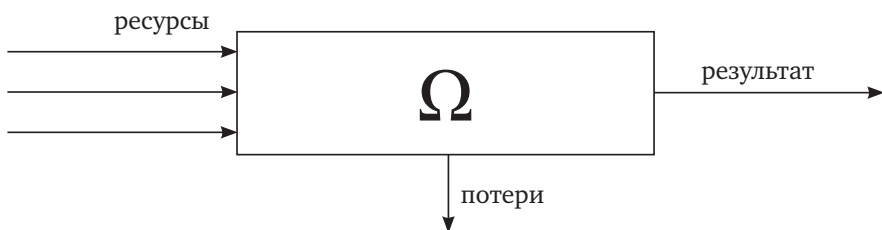


Рис. 5. Работа с руководством: определение понятия «руководитель»

(Рукопись обрывается)

Кузнецов П. Г.

О введении системы сетевого планирования и управления на комплекс работ по созданию сложного объекта⁷

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,

⁷ Работа написана в 1966 г. Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том V. Введение в сетевое планирование. Работы разных лет. – М.-Дубна: Русское космическое общество (РКО) – Международная научная школа устойчивого развития им. П. Г. Кузнецова, 2021. – С. 16–23.

то вертикальный масштаб может быть существенно уменьшен: это преобразование переводит каждую ленточку в стрелку (рис. 2).

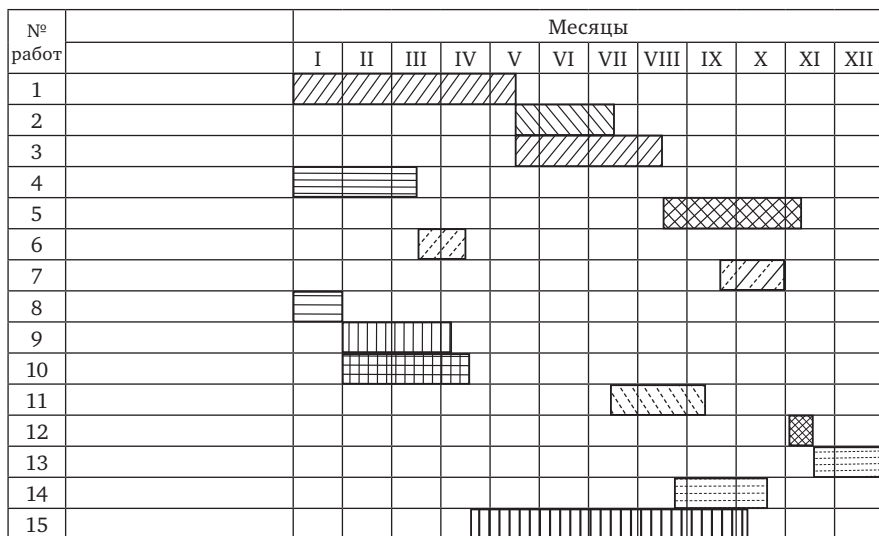


Рис. 1. План-диаграмма Ганта

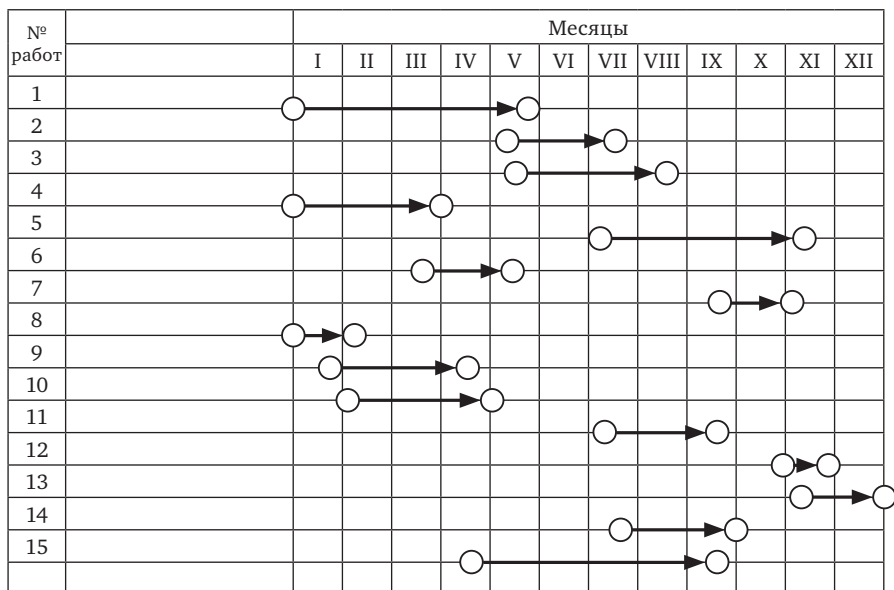


Рис. 2. Трансформация диаграммы Ганта

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).

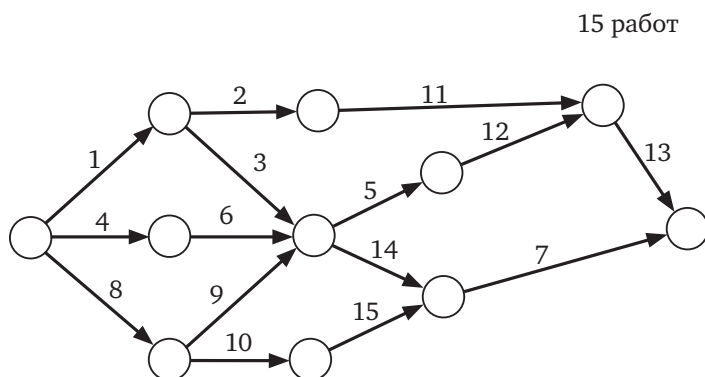


Рис. 3. Трансформация стрелочной диаграммы Ганта в сеть

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»). Второй список оказался выраженным вхождением 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 щите») 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:

а) ввести эффективную нумерацию работ плана;

б) ввести оценки длительности затрат времени на работы;

в) 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:

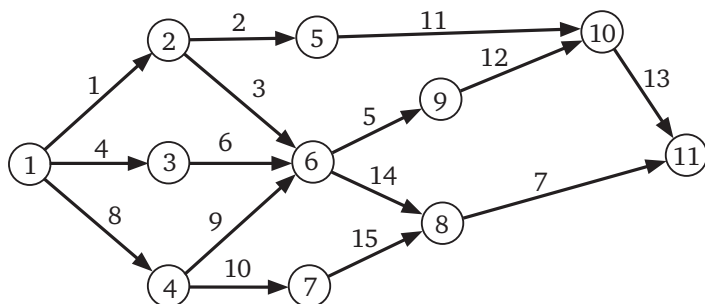


Рис. 3а. Сеть с пронумерованными событиями

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).

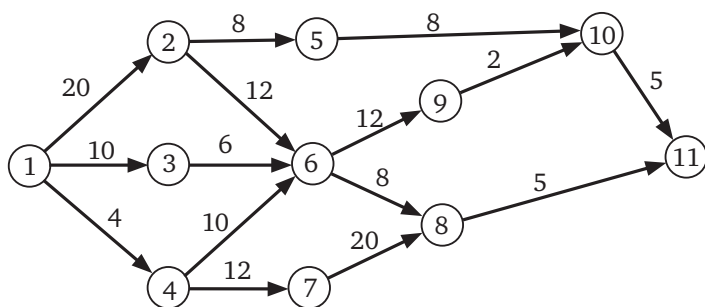


Рис. 4. Сетевой график

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

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?

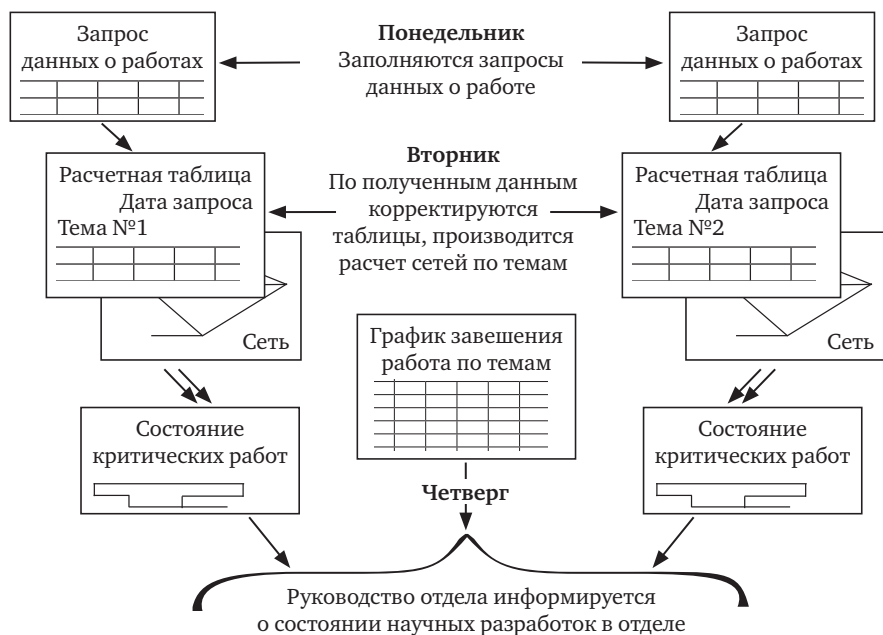


Рис. 5. Последовательность обработки данных в информационной системе «СЕТЬ-1»

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 1–1.5% 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»⁸

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).

⁸ Работа написана в 1968 г. Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том V. Введение в сетевое планирование. Работы разных лет. – М.-Дубна: Русское космическое общество (РКО) – Международная научная школа устойчивого развития им. П. Г. Кузнецова, 2021. – С. 24–37.

- 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 (РПi).
 - 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).
 - 3.3.2. 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 ЦР₀, ответственного за достижение цели. По выходе из этой процедуры возможно три варианта:

1. ЦР₀ не считает обязательным для себя непосредственно руководить решением задачи. В таком случае выполняется процедура передачи ответственности, которая ставит во главе данного проекта новое лицо ЦР₀ и изменяет веса ЦР₀ в таблицах наказания и поощрения. ЦР₀ сохраняет право отмены своего решения.

2. ЦР₀ 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.

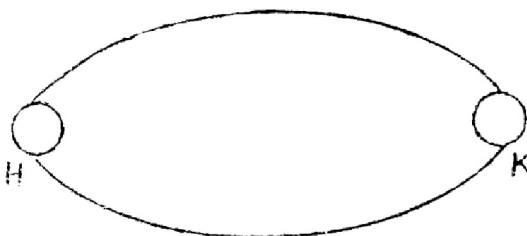


Рис. 1

3. ЦР₀ 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).

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

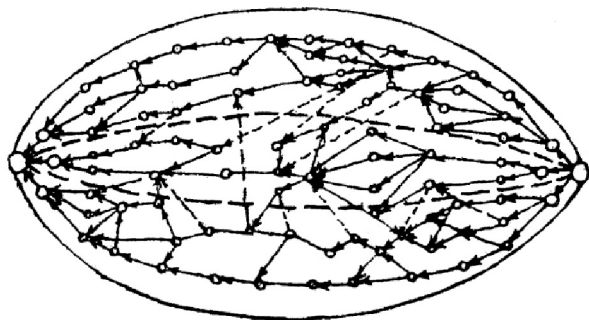


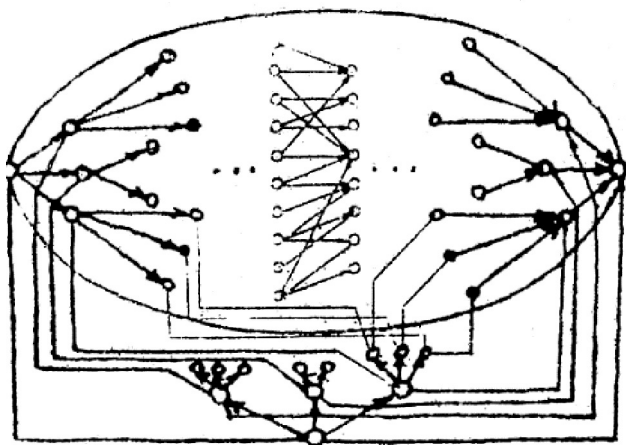
Рис. 2. Разбиение задачи на подзадачи. Связи (работы), отмеченные пунктирной линией, при этом теряются и должны быть впоследствии восстановлены

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]⁹), какими числами следует характеризовать руководителя. Таким образом, конечный результат этой процедуры сильно зависит от интуиции проводящего ее исполнителя.

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 $ЦР_0$.

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 элементар-

⁹ В настоящем издании список литературы к данной работе не приводится. – прим. ред.



**Рис. 3. Создание скелетов разработки
и проводящей ее организации**

ные 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 ОИРаи. 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.

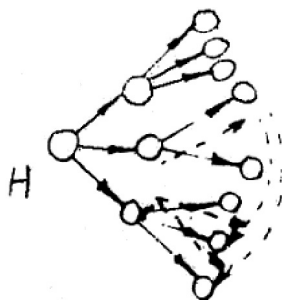


Рис. 4. Перенесение информационных связей (указанных пунктирной линией) на более низкий уровень

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 характе-

ристик 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 Работе и Запросы Данных о Событиях), так и аperiodически, по мере поступления сведений о параметрах разработки.

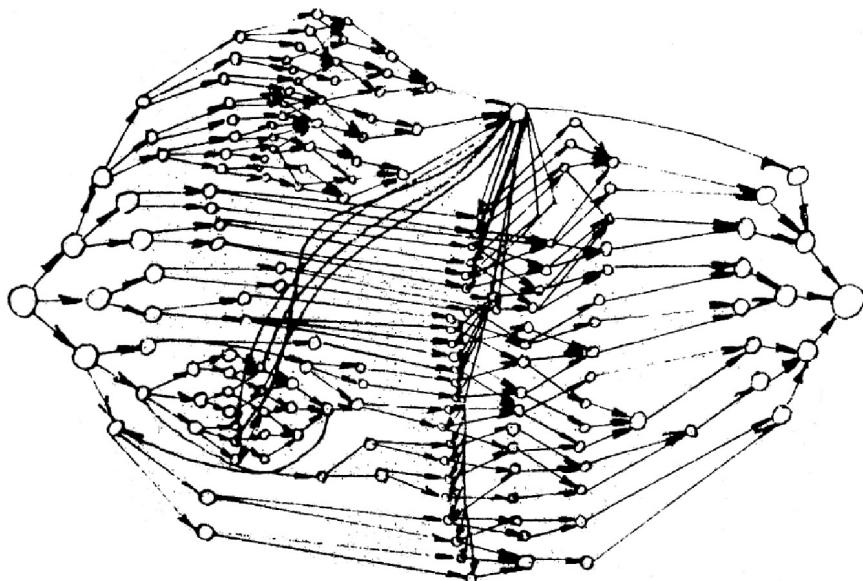


Рис. 5. Структура разработки после превращения информационных связей в работы

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.

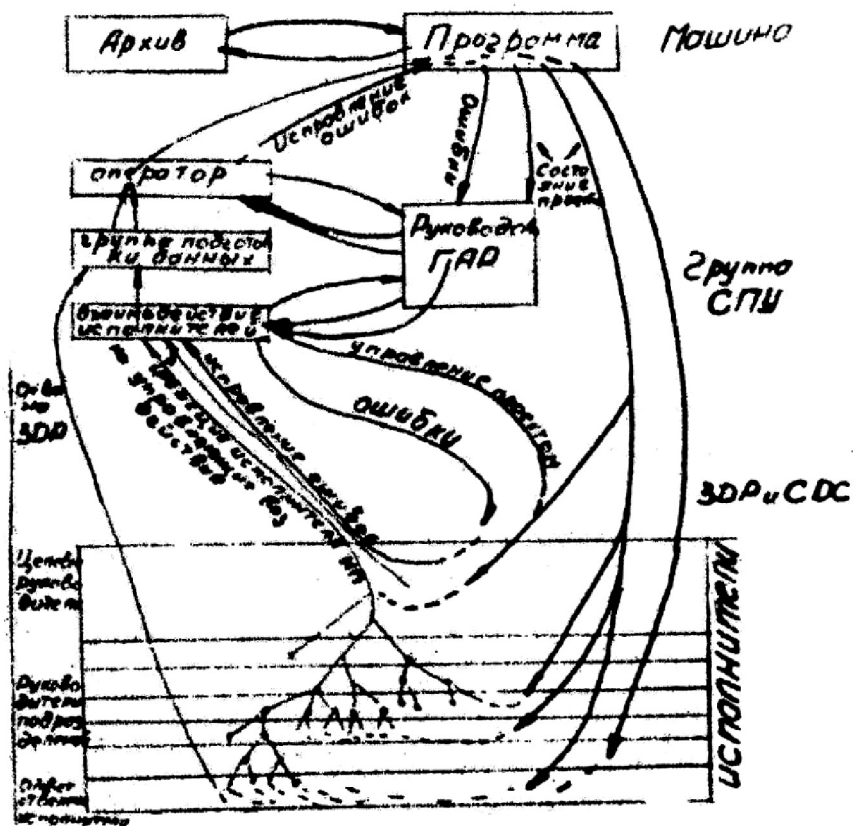


Рис. 6. Схема потоков информации в системе СПУТНИК

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 Работе 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 «закрыть бреши», которые возникают из-за того, что уже существующие системы не перекрывают 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 Работе 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 ОИРамам Запрос Данных о Работе 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, за-

дачей 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 систе-

ме в целом¹⁰. 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 поло-

¹⁰ 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.*

вине. 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 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 обслуживани-

ем, 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. Евреинову, 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 программами¹¹

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 быстродействием 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

¹¹ Работа написана в 1968 г. Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том V. Введение в сетевое планирование. Работы разных лет. – М.-Дубна: Русское космическое общество (РКО) – Международная научная школа устойчивого развития им. П. Г. Кузнецова, 2021. – С. 38–39.

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 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»**, **«ког-**

да», «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.

Методология системного подхода к проектированию автоматизированных систем управления¹²

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,

¹² Работа написана приблизительно в 1973–74 гг. Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том V. Введение в сетевое планирование. Работы разных лет. – М.-Дубна: Русское космическое общество (РКО) – Международная научная школа устойчивого развития им. П. Г. Кузнецова, 2021. – С. 157–185.

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 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 программ 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 конкрет-

ной 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 отдельному 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 ор-

ганизации». 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]¹³.

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

¹³ Исходный машинописный документ не содержит списка использованных источников – прим. ред.

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 организации, который направляет организацию на **цель**, мы и отождествляем с понятием «**система управления**».

Организация 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 про-

цесс 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 юриди-

ческое), 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 ме-

нее, 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 вычленивать 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 разви-

тия. 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 к 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 физику. 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 растёт величина мощности, которая имеется в распоряжении работающего, когда растёт 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,
 $\sum_{i=1}^n \dot{X}_i(t)$ – 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 ничем 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 сумму (4), характеризующую скорость выпуска продукции по всему народному хозяйству, точнее ту ее часть, которая обеспечена **потребите-**

лем, – 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 зна-

чение 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 исторический материализм и теория научного коммунизма. Эти теории устанавливают наиболее общие закономерности общественного развития, которые и определяют 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 экономи-

ческой 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 проистекать 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 реаль-

ной 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 измерения стоимости может служить **любой вид товара** – золото, серебро, платина, мешки зерна, быки, нефть и... киловатт-час электроэнергии. Доминирующее значение во введении 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, использует-

ся **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 с 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 тонно-километрах 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 транспортировки¹⁴

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,

¹⁴ Работа написана в 1974 г. Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том V. Введение в сетевое планирование. Работы разных лет. – М.-Дубна: Русское космическое общество (РКО) – Международная научная школа устойчивого развития им. П. Г. Кузнецова, 2021. – С. 186–203.

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.

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. 300 000 кВт наша тепловая станция расходует на автоматизированную добычу и транспортировку топлива. Остающиеся 700 000 кВт представляют собою «свободную мощность». Рассматривая выходную мощность такой станции как «вторичную обмотку», а ответвление в 300 000 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 об-

суждению 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 является 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 и 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:

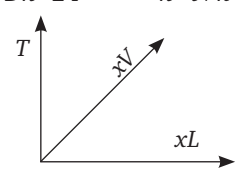
Все физические величины, доступные измерению, могут быть представлены в кинематической системе единиц (в терминах «длины» и «времени») целочисленными (положительными и отрицательными) степенями от длины и времени.

Таким образом, мы получаем полную систему физических величин, представляемую таблицей¹⁵.

¹⁵ Поскольку исходный машинописный документ не содержит указанную таблицу, LT-система приводится в редакции статьи «О множественности геометрий и множественности физик» 1979 г. согласно изданию: Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том II. Постигание закона. – М.: РАЕН, 2015. – С. 255–266. – *прим. ред.*

Таблица. Кинематическая система физических величин ди Бартини

$T^k \backslash L^i$		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 тока	
T^{-2}	-5			Изменение объемной плотности	Угловое ускорение Массовая плотность	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 Ёмкость 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	

	L^2	L^3	L^4	L^5	L^6	L^i
		L^3T^6	L^4T^6	Изменение мощности	Скорость переноса мощности	0
Изменение давления	Поверхностная мощность	Скорость изменения силы	Мощность	Скорость передачи энергии		1
Давление	Угловое ускорение массы	Сила	Энергия Момент силы	Скорость передачи действия		2
Напряженность ЭМ поля Градиент	Массовый расход Ток	Скорость смещения заряда Импульс	Момент количества движения Действие	Момент действия		3
Разность потенциалов	Масса Количество магнетизма Количество электричества	Магнитный момент	Момент инерции			4
Обильность 2-мерная	Расход объемный	Скорость смещения объема				5
Поверхность	Объем пространственный					6
L^2T^1						7
<i>Димензиональный объем</i>						
<i>Главная димензиональная последовательность $D^n = \pm 3$</i>						
				$Dn = L^i T^k$	$n = i + k$	8
						9
5	6	7	8	9	D^n	

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 выше таблицей.

Таким образом, желание конструктора иметь в своем распоряжении список физических законов, с которым можно сравнивать замысел новой технической системы, может быть вполне удовлетворено приведенной выше 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 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 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** распределе-

ний 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 размерно-

стью 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. № 1¹⁶.

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 10 000 км за 1000 часов, а в другом случае за один час. По количеству тонно-километров эти результаты будут эквивалентны,

¹⁶ Исходный машинописный документ не содержит иллюстраций. – прим. ред.

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 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 непременным 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** транспортные 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 с 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 поня-

тия 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 транспорт-

ных 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 дополним 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.

Искусственный интеллект и разум человеческой популяции¹⁷

Эвристическое программирование, эвристические решения, машинное распознавание образов, машинное моделирование интеллектуальной деятельности, программа общего решателя проблем, общая теория систем и многие другие научные направления различными путями идут к решению одной и той же задачи. Эта задача возникает там, где человек, серьезно занятый наукой, приходит к мысли, что его познания составляют ничтожную часть того, что ему хотелось бы знать. В этой ситуации сознание ограниченности собственного интеллекта (связанной с такими естественными факторами как время жизни и чисто

¹⁷ Работа написана в 1975 г. Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том I. Введение. – М.: РАЕН, 2015. – С. 95–141.

физические возможности индивидуума) приводит к пониманию *необходимости* ее преодоления.

Наиболее ярко и точно эту проблему довольно давно представил У.Р. Эшби в своей замечательной работе: «Схема усилителя умственных способностей». Эшби отмечает [1], что: «...инженеры средних веков, знакомые с принципом рычага, зубчатого колеса и блока, должно быть, часто говорили, что поскольку никакая машина, приводимая в действие человеком, не может дать больше работы, чем он в нее вкладывает, то никакая машина не может усиливать мощность человека. Но теперь мы видим, как один человек заставляет вращаться все колеса на заводе, бросая уголь в топку. Поучительно разобрать, как именно современный кочегар опровергает догмат средневекового инженера, все же оставаясь подчиненным закону сохранения энергии.

Небольшое размышление показывает, что этот процесс имеет две стадии. В первой стадии кочегар поднимает уголь в топку; в этой стадии энергия строго сохраняется. Попадание угля в топку представляет начало второй стадии, в которой энергия тоже сохраняется, по мере того как сжигание угля приводит к производству пара и, наконец, к вращению колес на заводе. Заставив весь процесс протекать двумя стадиями, связанными с двумя порциями энергии, величины которых могут меняться до некоторой степени независимо, современный инженер может получить общее усиление мощности».

Далее Эшби ставит вопрос о том, что подобного рода проблема имеет место и для *усилителя умственных способностей*.

Нам хотелось бы несколько изменить точку зрения на эту же самую проблему. Мы будем рассматривать не разум отдельного индивидуума, а разум всей человеческой популяции. Можно возразить, что разумом обладают только отдельные индивидуумы, а не человеческая популяция в целом. Конечно, в настоящее время человеческая популяция еще не обладает коллективным разумом, но она обладает «коллективной памятью». Эта «коллективная память» сосредоточена преимущественно в книгах и творениях человеческих рук. «Коллективная память» наших библиотек является потенциальной памятью – она оживает тогда и только тогда, когда живой индивидуум активно владеет этим богатством. Теперь мы можем уточнить нашу точку зре-

ния – можно ли «потенциальную коллективную память» наших библиотек превратить в «оперативную память» человеческой популяции?

Высказывая сугубо личную точку зрения, я хотел бы думать, что это не только возможно, но и *исторически необходимо*. Человечество в настоящий момент переживает эпоху научно-технической революции. В эпоху технической революции был освоен способ *усиления мощности*. Теперь же, в эпоху научной революции, осваивается способ *увеличения коэффициента усиления мощности*. Этот аспект проблемы хорошо изложен в короткой, но очень содержательной книге Б. Г. Кузнецова [2] «Физика и экономика», где производительность общественного труда и три ее производные по времени представлены как компоненты фундаментального экономического индекса:

$$\Omega = P(1 + A\dot{P} + B\ddot{P} + C\dddot{P})$$

В этой же книге Б. Г. Кузнецов пишет: «...исходным показателем цивилизации служит отношение выраженных в каких-то физических единицах сил природы, которые приведены в целесообразное действие и целесообразным образом скомпонованы человеком, к затраченным на это иницирующим силам самого человека. Для получения этого индекса нужно взять энергетическую вооруженность труда, т. е. число киловатт-часов, выделяющихся при процессах, целесообразно контролируемых человеком, деленное на число человеко-часов, на число участвующих в производстве людей или даже на численность населения. При мало меняющемся числе часов использования киловатт-часы можно заменить киловаттами» (стр. 33).

Если коэффициент усиления мощности, т. е. A в формуле Б. Г. Кузнецова, относится к технической революции, то коэффициенты B и C при второй и третьей производной от мощности по времени имеют прямое отношение к интеллектуальным усилиям человечества.

Наша точка зрения на интеллект как на природное явление, которое обеспечивает непрерывный рост мощности на каждый килограмм веса человеческой популяции, полностью совпадает с точкой зрения Б. Г. Кузнецова и позволяет видеть прямую связь между иллюстративным примером Эшби и решением проблемы

искусственного интеллекта. Эта точка зрения вытекает как логическое следствие из наших прежних работ по термодинамическим особенностям биологических и социально-экономических систем. В настоящее время почти все согласны, что имеются такие свойства эволюции биологических систем, которые *не следуют* или *не вытекают* из закономерностей, которыми мы описываем явления неживой природы. Это отличие иллюстрирует схема, приведенная на рис. 1 [36].

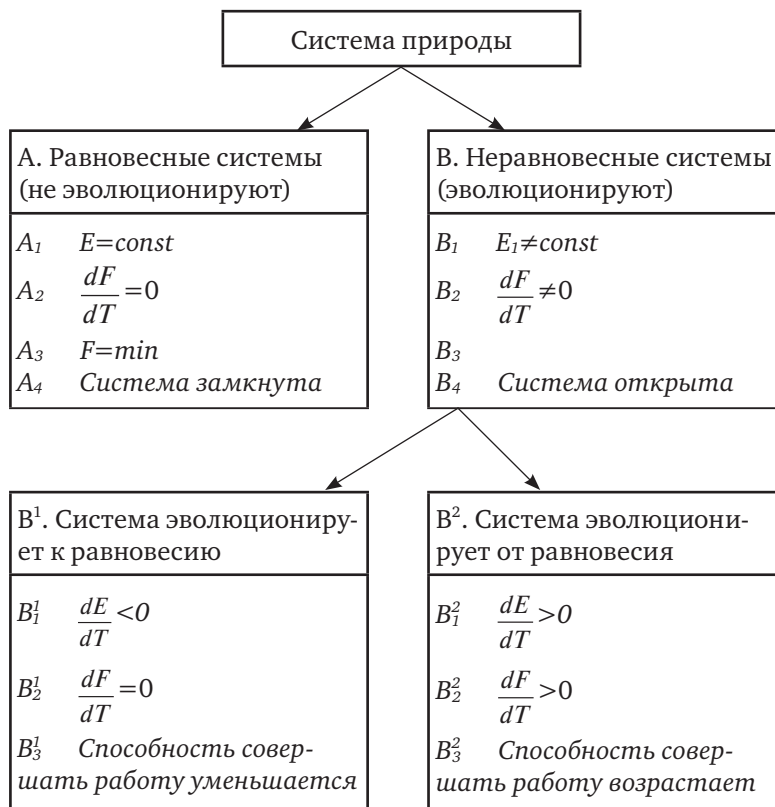


Рис. 1. Классификация систем

Эта схема демонстрирует класс систем, которые эволюционируют от равновесия, т. е. системы, у которых способность совершать работу или вызывать изменения в окружающей среде не уменьшается с течением времени. Этот принцип и служит

эвристическим признаком для выяснения понятия «цель» в системах с «целенаправленным поведением».

Настоящая книга¹⁸ посвящена машинному моделированию интеллектуальной деятельности человека, построенному на анализе действий отдельного индивидуума при решении конкретных творческих задач. Это важное и конструктивное направление в современной кибернетике позволяет, не дожидаясь конечных результатов исследований по проблеме построения искусственного интеллекта, получать промежуточные результаты, которые представляют определенный научный интерес и имеют важное прикладное значение. Известно, что в силу определенной сложности предмета, наличия многих междисциплинарных связей, отсутствия методологии исследований, апробированной в широких масштабах, мировая наука пока лишь нащупывает подходы к решению этой проблемы. Книга Е. А. Александрова, обобщающая многие работы автора за последнее десятилетие, освещает один из таких подходов – интегративный или, как его еще называют, естественнонаучный подход, основанный на изучении информационной работы мозга и перенесении найденных таким путем принципов в технические системы. Думается, что ознакомление с этим подходом принесет несомненную пользу и будет способствовать выработке достаточно глубокого и строгого взгляда на поднятую автором проблему.

В этом приложении мне хотелось бы обратить внимание на анализ действий коллективного разума, который возникает и доступен прямому наблюдению при формировании и реализации комплексных научно-технических и медико-биологических программ. К числу таких программ относятся программы создания систем жизнеобеспечения как в малом (для космических кораблей и т.п.), так и в большом (создание системы охраны здоровья для населения всей страны) [масштабе]. В таких комплексных программах работают одновременно математики, физики, химики, биологи, экологи, физиологи, психологи, врачи и инженеры самых различных специальностей. В процессе формирования и реализации программы эти отдельные индиви-

¹⁸ Имеется в виду издание: Александров Е. А. Основы теории эвристических решений. – М.: Советское радио, 1975. Настоящая работа была впервые опубликована в качестве приложения к этой книге. – прим. ред.

дуумы превращаются в целостный коллективный мозг системы. Этот коллективный мозг всех специалистов фиксирует результаты своей деятельности в комплекте рабочей документации на систему и в бесчисленном множестве отчетов, посвященных решению тех или иных научных и технических проблем, связанных с проектированием системы жизнеобеспечения. Не существует *одного индивидуума*, который может сказать: «Это все сделал я», – существует коллективный мозг, результаты работы которого и превращаются в материальную конструкцию системы. Созданная система жизнеобеспечения является материализованной мыслью коллективного мозга.

Если сделанная система жизнеобеспечения – результат работы этого коллективного мозга, то в чем же вообще состоит *процесс коллективного мышления*? Оказывается, это процесс *синтеза* разветвленной логической теории из локальных логических и интуитивных теорий. Очень часто сами разработчики не догадываются о внутреннем содержании своей деятельности по синтезу обобщающей логической теории. Тем не менее, созданная ими система является материальным воплощением этой обобщенной логической теории. Система обеспечивает преобразование заданных входов в заданный выход, а ее математическое описание – преобразование исходных данных (входа) в решение (выход).

В реальной разработке этот процесс создания обобщенной логической теории состоит из выявления накладываемых на проектируемую систему логических условий, которые принадлежат различным областям научной и технической деятельности. Совокупность таких логических условий: физических, химических, биологических, физиологических, медицинских, технических, – выявляется в процессе разработки комплексной программы с помощью *листов согласования*. Листы согласования, являющиеся документами систем управления комплексными научными программами «СПУТНИК-СКАЛАР», характеризуют систему связей между участниками разработки.

Сама разработка этих машинных систем для планирования и управления процессом разработки систем жизнеобеспечения оказалась пригодной для системы, которая интегрирует всю совокупность научных теорий, используемых при проектиро-

вании. Описание систем «СПУТНИК-СКАЛАР» см. в литературе [4–6]. Многие читатели, вероятно, отождествляют понятие «план» с сетевой моделью плана разработки. Сетевая модель плана имеет вид ориентированного графа, но не каждый ориентированный граф соответствует плану. Чтобы сетевая модель плана имела вид ориентированного графа, необходимо содержательное заполнение листов согласования, которые фиксируют *все связи*, имеющие место между участниками комплексной программы.

При работах по моделированию интеллекта на вычислительных машинах [7, 8] принято отождествлять *программу* вычислительной машины с термином *план*. Считают, что подобно тому, как программа управляет поведением вычислительной машины, план управляет поведением человека. Способ формирования и реализации плана, имеющий свои особенности, позволяет, как это показано в [8], говорить о характере личности. Когда в оперативной памяти человека появляется план, то состояние личности характеризуется психологическим термином «появление намерения или желания». Верно и обратное заключение: возникшее в сознании личности «намерение или желание» влечет за собой появление плана в оперативной памяти личности. Возникновение намерения или желания в коллективе соответствует возникновению некоторого плана. Если процесс возникновения и реализации плана в индивидуальном мышлении скрыт от непосредственного наблюдения, то процесс формирования и реализации плана коллективной работы реализуется документами системы управления комплексной научной программой. Этот процесс гораздо легче наблюдать, если вы работаете в тесном контакте с коллективом руководителей.

Вычислительные машины, которые использовали для моделирования интеллектуальной деятельности в [7, 8], были машинами последовательного действия, а для моделирования коллективного мозга разработки систем жизнеобеспечения нужны параллельные многомашинные комплексы типа ИЛЛИАК-4 или вычислительные системы и среды, которые разрабатываются под руководством Э. В. Евреинова и Ю. Г. Косарева [9]. К этому же классу машин можно отнести *полиэдральные сети* Г. Крона [11]. Для научной деятельности коллектива характерна параллель-

ность: многие ученые ведут свою работу одновременно. Между параллельными работами существуют связи, предполагающие обмен информацией между параллельными процессорами в машинной модели. Это обстоятельство существенно отличает коллективный мозг от методов работы индивидуального мозга. Тем не менее, мы по-прежнему можем говорить о характере научного коллектива, если рассматривать способы формирования и реализации планов. В отличие от мышления отдельного человека, весь процесс формирования и реализации планов легко наблюдаем через службу сетевого планирования и управления, а также через механизм принятия решений оперативно-руководящей группой. Формирование и реализация комплексных научных программ – это процесс формирования и реализации «в металле» *логической (математической) теории*. Процесс превращения отдельных интуитивных и логических теорий в комплексную теорию и оказался *основным процессом коллективного мышления*.

Основной процесс коллективного мышления – процесс отображения частных логических и интуитивных теорий в обобщенную логическую теорию.

Научный коллектив, который должен будет решить комплексную проблему, представляется (в момент образования) коллективом из разнородных ученых и инженеров, каждый из которых говорит на профессиональном жаргоне своей специальности. Достаточно представить врача и математика, которые впервые встретились для обсуждения будущей совместной работы. Они почти не понимают друг друга, хотя и тот, и другой могут быть крупными учеными, каждый в своей области. Выделим то общее, что привело их к участию в комплексной научной программе: они – ученые. Слово «ученый» может пониматься двояко: либо это тот человек, которого «много учили»; либо человек, который может «делать науку». Поскольку речь будет идти об изготовлении логической теории, то нас будет интересовать второе определение. Мы будем говорить об «ученом» как о конструкторе научной теории. Ситуация, с которой мы имеем дело, формально имеет следующий вид: мы приступаем к работе в комплексной научной программе, не располагая логической теорией; мы закончили работу в комплексной научной программе, когда нужная логическая теория разработана и физически реализована.

вана в работающей конструкции. Мы начинаем с утверждения «формальной теории нет», а заканчиваем работу утверждением «формальная теория есть». Очевидно, что никакой формальной логически непротиворечивой теории, описывающей процесс создания теории, существовать не может. Этот-то процесс формирования логической теории и приходится называть эвристическим. Итак, мы уточнили наше понимание эвристики.

Эвристика – это набор правил по отображению интуитивной теории в формальную (логическую, математическую) теорию.

Можно, следуя за Г. Саймоном [16], говорить, что эвристика – это теория конструирования. Можно привести много других названий: системный анализ, системный подход, общая теория систем и т. п. Мы рассматриваем эту область как теорию *коллективного мышления*. Не исключено, что знание того, как работает коллективный мозг, позволит нам лучше понять, как работает индивидуальный мозг.

Изучение основного процесса коллективного мышления мы начнем с некоторой математической аналогии. Возьмем какой-нибудь предмет, например, кирпич. Указывая координаты вершин этого кирпича, мы можем записать положение этого кирпича в пространстве. Принимая множество координатных систем, отличающихся друг от друга положением начала координат, масштабами по осям координат, углами, под которыми расположены оси координат, и, используя криволинейные системы координат, мы получим различные формы записи одного и того же кирпича. Запишем выражение объема этого кирпича во всех системах координат. Очевидно, что вид формулы, выражающей объем одного и того же кирпича, будет зависеть от выбранной нами системы координат.

Вся совокупность формул, выражающих объем, может рассматриваться как совокупность высказываний об одном и том же объекте, но сделанных с использованием различных языков. Если соединить все эти формулы, выражающие объем одного и того же кирпича, знаком равенства, то мы получим правило, которое позволит опознать один и тот же объект, но записанный различными языками. Математический знак равенства в нашем примере означает, что есть один и тот же объект, но описанный в различных системах координат.

В основном процессе коллективного мышления одно и то же явление природы описывается различными языками, зависящими от профессии ученого. Принято думать, что различие в профессиональных жаргонах неустранимо. Тем не менее, это не так. Подобно тому, как математика нашла способ опознавать один и тот же объект, записанный в разных системах координат, может быть найден и способ интеграции профессиональных знаний. Этот способ использует ту же основу, что и математика – мы имеем в виду *тензорный анализ*. Тензорный анализ, созданный для геометрических нужд, быстро нашел применение в широком круге проблем теоретической физики. В последней он используется для записи законов природы в форме, которая не зависит от точки зрения наблюдателя, т. е. в форме, которая не зависит от выбора системы координат.

Мы не видим оснований для отказа от этого языка, когда переходим от проблем теоретической физики к проблемам биологии, медицины или техники. Мы полагаем, что развитие тензорного анализа в той форме, которую ему придал Г. Крон в «Тензорном анализе сетей», вполне пригодно для создания универсального языка науки и техники. Эти работы Г. Крона [10, 11], получившие дальнейшее развитие в трудах японской Исследовательской ассоциации прикладной геометрии [12], могут составить базу для успешного решения проблем искусственного интеллекта. Следует сразу же заметить, что термин «сеть», который введен Г. Кроном, относится к любой инженерной структуре, состоящей из взаимосвязанных симплексов, образующих полиэдр. Если речь идет о структуре из 0- и 1-симплексов, то говорят о 0–1-сети и т. д. до n -сетей. Этот специальный смысл термина «сеть» был потерян при переводе «Диакоптики».

Вернемся к процессу отображения интуитивной теории в математическую или логическую теорию. Следуя положениям Н. Бурбаки, всякую математическую теорию можно представить состоящей из трех составных частей. Эти части составляют своеобразные технические условия на приемку математической теории. Если осуществлять приемку математических теорий по такому же принципу, как в технических системах, то мы обязаны принимать следующие составные части математической (логической) теории:

1. язык теории;
2. аксиомы (постулаты, правильные формулы) теории;
3. правила вывода.

Унифицированная запись большинства разделов современной математики в соответствии с этими техническими условиями и была реализована группой Н. Бурбаки.

Каждой из перечисленных составных частей теории соответствуют «частные» технические условия. Эти условия можно представлять как ответы на вопросы: сколько? и какие именно?

Осуществляя приемку *языка* теории, мы принимаем его три составные части:

1. алфавит (список букв и знаков, используемых для написания текстов);
2. словарь (список слов, т.е. терминов или термов, образованных из букв и знаков алфавита);
3. формализм (список всех высказываний, образованных из слов или терминов словаря данной теории: каждое высказывание в стенографической записи имеет вид формулы; термин «формализм» введен из-за отсутствия подходящего названия для этой составной части).

Общее количество высказываний, образованных из данного словаря, является *четным*. Четность количества высказываний следует из того факта, что каждому положительному утверждению, высказанному на языке теории, соответствует *отрицание* этого же утверждения. Таким образом, язык математической теории нейтрален относительно того, что является правильным или неправильным в прикладных теориях. Соответствие правильности или неправильности высказывания относительно физической реальности не является вопросом языка. В силу названного обстоятельства знание математических языков не дает знания того, что считать правильным или неправильным в биологии, физиологии или медицине. Вопрос о соответствии математических формул физической реальности является не математическим вопросом.

Отождествление математической формулы с физической реальностью осуществляется с помощью аксиом, постулатов

или правильных формул. В математике выбор аксиом является до некоторой степени свободным. Тем не менее, когда речь идет о прикладных математических теориях, то в фиксированных аксиомах теории содержатся *законы специальных наук*. По этой причине именно второй компонент математической теории – ее аксиомы – и представляет собой в устройстве теории очень важную часть. Как указывалось выше, в чисто математической области фиксация одного из двух противоположных высказываний в качестве истинного и соответствует формулировке аксиом или постулатов. Обнаружение «свободы» в выборе аксиом является исторически сравнительно новым фактом. В истории философии этот факт был известен значительно раньше. Средневековые схоласты довели до высокого совершенства систему логических доказательств. Их блестящие работы незаслуженно забыты – и именно потому, что в то время можно было видеть две безупречные логические системы, каждая из которых содержала противоположные выводы. Если логика каждой из этих систем казалась безупречной, то как можно было надеяться на логическое постижение истины?

Фактически схоласты открыли диалектику формально-логических систем. Второй раз этот факт был открыт в области чистой математики Лобачевским. Понятие истины в математике приняло современный вид как непротиворечивость логической системы без всякого отношения к тому, что является истиной в природе. Каждая логическая теория, являющаяся непротиворечивой, при содержательной интерпретации остается верной в границах, которые определяются верностью исходных утверждений или аксиом. За пределами границы, имеющей место для любого содержательного утверждения, всегда наблюдаются факты и явления, которые не следуют из этих аксиом.

Расширилось и математическое понимание термина «теория». Если до Лобачевского считалось очевидным, что существует *одна* геометрия, которая базируется на списке аксиом Евклида, то после Лобачевского стали говорить о *множестве* геометрий, каждая из которых порождается своей системой аксиом.

Нетрудно видеть, что, используя один и тот же язык, но фиксируя в качестве аксиом различные наборы высказываний, можно построить много различных теорий, выводы которых могут

противоречить друг другу. Противоречивость выводов, относящихся к различным теориям, не нарушает логической непротиворечивости каждой конкретной теории. Этот математический факт, к сожалению, остается неизвестным некоторым физикам. Отождествляя математическую физику с содержанием физики, они еще не привыкли к тому, что существует столько же различных математических физик, сколько существует различных геометрий. Они не могут привыкнуть к тому, что каждое утверждение, верное в одном классе явлений, может быть неверным, если мы переходим к другому классу явлений.

Автору приходилось видеть, как в научных аудиториях воспроизводился известный павловский эксперимент с собаками. И. П. Павлов отобрал группу собак, которые отработали условный рефлекс выделения слюны при виде круга, но не эллипса. На этих же собаках поставили новый опыт, который состоял в том, что в поле их зрения круг переходил в эллипс. Когда собаки не могли отличить круг от эллипса, они давали любопытную реакцию: «сильные» собаки отворачивались, стараясь не видеть противоречащего «факта», а «слабые» собаки приходили в истерику. Подобное же явление – «закрывать глаза на факты», если они противоречат логической теории, или бросаться при этом в истерику можно наблюдать у тех физиков, которые не привыкли к понятию *истина*, принятому в математике.

Расширение списка известных аксиом математической физики, т. е. законов природы, и уточнение границ применимости для каждой аксиомы, составляют *сущность* процесса развития науки. Логические теории непротиворечивы в границах *данной системы аксиом*, в то время как процесс развития математики и науки как целого связан с *отрицанием* старой системы и *утверждением* новой системы аксиом, которые имеют силу за пределами старой теории.

Логическая теория является непротиворечивой, если выводимые формулы не противоречат аксиомам теории. Аксиомы теории не ставятся под сомнение. Отрицание аксиом – это не обычное логическое противоречие, а новый вид отрицания, который и соответствует диалектическому отрицанию. Такое отрицание системы аксиом Евклида не отбрасывает, не зачеркивает геометрии Евклида, а указывает на ограниченность данной

теории. Такое отрицание сохраняет старую теорию, создает новую и обе объединяет в высшем синтезе как части более сильной теории. Такое отрицание претерпела и механика Ньютона как часть более сильной физической теории.

Фиксируя объект диалектического отрицания в виде аксиом логических теорий, мы отделяем область диалектики от разговоров на тему об использовании диалектики, указывая модель диалектического отрицания. Приходится сожалеть, что блестящие достижения математической мысли не могут быть по достоинству оценены той частью ученых, образование которых принято считать полноценным и без знания математики. Нет другой области, где понятие истины как истины в определенном контексте является наиболее выраженным. Именно поэтому сильнейшее орудие научного познания действительности, препятствующее окостенению научной мысли, – диалектический метод вынужден рядиться в новые одежды системного анализа, общей теории систем и т. п.

Вернемся к устройству аксиом логической или математической теории. Мы будем делить аксиомы на две группы:

1. аксиомы, которые в данной теории всегда правильны;
2. аксиомы, которые в данной теории правильны в конкретной задаче.

Вторую группу аксиом принято называть условиями задачи. Меняя условия задачи, мы переходим от одних верных утверждений к другим верным утверждениям, но остаемся в рамках одной и той же теории. В тех случаях, когда мы изменяем аксиомы первой группы, мы переходим от одной теории к другой.

При фиксированном языке теории переход от одной теории к другой состоит в изменении системы аксиом первой группы. В прикладной теории этому набору аксиом соответствует система законов природы. При традиционном способе создания математических моделей, когда эти группы аксиом не различают, смена условий может приводить фактически к смене теории. Этот подход игнорирует богатую содержательную историю конкретных наук и приводит к «открытию» уже известных законов. Мне пришлось видеть, как был «открыт» закон действующих масс в химическом эксперименте. Это произошло потому, что сам закон не был строго сформулирован.

Аксиомы вносят асимметрию в множество высказываний, которые можно записать из слов данной теории: множество распадается на два подмножества – подмножество *правильных* и подмножество *неправильных высказываний*.

Можно сказать, что именно аксиомы превращают нейтральный язык математики в теорию, где не все высказывания *правильны*.

При постановке конкретной задачи мы пополняем список аксиом, т.е. законов природы, аксиомами-условиями, т.е. утверждениями, которые имеют место в конкретной ситуации. Расширенный список аксиом еще более сужает список высказываний, которые являются *правильными*. При этом может случиться, что ни одно высказывание не считается *правильным*. В этом случае говорят, что *условия противоречивы*. Может быть и так, что множество высказываний удовлетворяет всем условиям. В этом случае принято говорить, что условия *недостаточны* для получения однозначных предсказаний. Наконец, может случиться, что совокупность аксиом и условий определяет одно и только одно высказывание, которое и является предсказанием теории. В этом случае принято говорить, что условия *необходимы и достаточны*.

Фактическую проверку решения-предсказания на отсутствие противоречия с аксиомами принято называть решением задачи. Процедура нахождения решения задачи, определяющая правила нахождения предсказания, называется *алгоритмом*.

Третья составная часть математической или логической теории состоит из *правил вывода*. Правила вывода математической логики представляют собой символическую запись правил формальной логики, контролирующих непротиворечивость рассуждения. С помощью правил вывода любое предсказание теории может быть приведено к виду, допускающему сравнение с аксиомами теории.

Наш краткий экскурс в устройство математических теорий преследовал цель показать, во что превращаются интуитивные знания отдельных специалистов в процессе проектирования систем. Трудность формирования и выполнения комплексных научных программ состоит в трудности формирования объединенной логической теории, опирающейся на логические условия,

принадлежащие различным областям науки и техники. Именно эту трудность и преодолевает коллектив разработчиков. Не всегда это содержание основного процесса создания технической системы бывает известно участникам разработки, но результат их деятельности во всех случаях приближается к созданию формальной теории. Интересно заметить, что в комплексных научных программах создаются логические теории, которые включают десятки и сотни тысяч логических условий. Такой объем научной теории просто не вмещается в отдельную человеческую голову. Обычный человек не может служить предсказывающим устройством даже в логической теории на 100 условий. Кодовое дерево возможных предсказаний содержит $2^{100} - 10^{30}$ предсказаний. Если бы такой человек существовал и произносил по одному предсказанию в секунду, то он бы закончил перечисление того, что ему известно, через 30 миллионов лет.

Явная невозможность для отдельного человека оперировать с логическими теориями на десятки и сотни тысяч логических условий и порождает сомнение в способности человека. Именно это противоречие между бесконечностью реального мира и ограниченным временем жизни человека – является проблемой, решение которой возможно на пути создания искусственного интеллекта.

Операционное определение терминов или слов в обобщенной логической теории Запись законов природы

Различие профессиональных языков участников комплексной научной программы порождает первый (но не последний!) барьер – отсутствие общего языка. Даже в области, которая не имеет никакого отношения к науке, можно заметить множество значений такого слова как корень. *Корень* в алгебре и корень в ботанике, корень слова и корень зуба...

Гипербола литературоведа не имеет ничего общего с гиперболой математика и т. д.

Учитывая, что язык обобщенной формальной теории должен быть пригоден для всех специалистов, предложено использовать в качестве термина название *измерительной процедуры*. В математике каждому вводимому термину предшествует так

называемый квантор существования, который делает законным использование соответствующего термина. В реальной ситуации роль квантора существования возлагается на измерительный прибор. Если измерительный прибор существует, то значение термина определяется отсчетом на шкале или шкалах измерительных приборов. Последовательное применение этого принципа, допускающего написание математического символа тогда и только тогда, когда существует измерительный прибор, исключает множество недоразумений с неоднозначным толкованием слов или терминов. С другой стороны, значение термина также определяется однозначно, ибо прибор в каждый момент времени дает один и только один отсчет. Следует отметить, что, хотя принцип операционального определения терминов используется около пятидесяти лет, имеется еще много случаев, когда в математические описания попадают символы, которым не соответствует никакая измеряемая величина.

Принимая соглашение об операциональном определении терминов, мы можем говорить об «экспериментальном пространстве», где число осей соответствует числу шкал измерительных приборов.

Вслед за У. Р. Эшби такое «экспериментальное пространство» стали называть «фазовым пространством». Этот шаг отождествления терминов с измеряемыми величинами необходим, но недостаточен.

Любой набор отсчетов на шкалах различных приборов с легкой руки того же У. Р. Эшби стал называться «вектором», а число осей отождествляться с числом компонент вектора.

В этом вопросе нам пришлось пережить немало неприятностей, так как авторитет У. Р. Эшби сделался препятствием на пути к истине. Мы уже отмечали, что истина в математике и истина в прикладных теориях имеют различный символ. Отождествление терминов с названиями измерительных приборов привело к тому, что два прибора называются по-разному, тогда как измеряют одну и ту же физическую величину. Под влиянием такой ситуации мы сделали вывод, что термин математической теории нужно отождествлять с названием физической величины.

Этот же шаг, но значительно раньше, сделан Дж. К. Максвеллом, а вслед за ним и Г. Кроном. В данном случае возможен

вопрос: можно ли дать словарь для всех возможных физических величин? В таком словаре каждый символ прикладной теории всегда бы соответствовал определенной физической величине. Изучение этого вопроса и привело нас к кинематической системе физических величин, предложенной Р.О. ди Бартини. Эта кинематическая система физических величин использует в качестве основных размерных величин только две: длину $[L]$ и время $[T]$. Все остальные физические величины, включая массу, считаются производными от этих двух основных и представляются в виде произведений. Любая физическая величина в этой системе представляется общей формулой $[L^r T^s]$, где r и s – целые числа (положительные или отрицательные).

Вся совокупность физических величин, которые можно измерять, представляется бесконечной таблицей целочисленных степеней длины и времени.

Работы Р. О. ди Бартини [13, 14] подготовили следующий шаг для понимания природы законов физики. Достаточно взглянуть на таблицу кинематической системы физических величин Р.О. ди Бартини (стр. 102-103), которая дает перечень физических величин, как напрашивается новый вывод: не является ли она таблицей *законов природы*? Этот вывод – один из наших совместных результатов с Р.О. ди Бартини.

Таблица дает физические понятия, а не математические. Математика имеет контекстно-свободный язык, т. е. ее термин допускает много различных интерпретаций. Словарь приведенной таблицы контекстно связан: каждое понятие соответствует *одной и только одной физической величине*.

Это и позволяет отличать понятие «вектор», использованное У.Р. Эшби, от понятия «вектор», которое опирается на таблицу физических величин. Вектор скорости содержит компоненты, которые имеют размерность $[L^1 T^{-1}]$, вектор тока – компоненты, которые имеют размерность $[L^3 T^{-3}]$.

Если выбрать строчку таблицы, в которой размерность времени нуль, то можно найти все физические величины, имеющие геометрические аналоги. Мы имеем в виду существование величин *длина, площадь, объем* и т.д. Таблица показывает, что это различные величины, а математика это различие подчеркивает через кванторы существования: из су-

существования понятия *длина* еще не следует существование понятия *площадь*.

В таблице понятие «размерность физической величины» используется как термин, который может вводить в заблуждение математика. Понятие размерность в математике имеет совсем другой смысл, что вынуждает нас использовать термины базис или ранг для числа измерений в математических пространствах.

Это смешение физических и математических понятий было замечено японскими исследователями С. Окада и Р. Онодера [12] и А. Д. Мышкисом [15]. Последний пишет:

«Замечание о размерностях. В предыдущем изложении мы, как обычно в математических рассуждениях, считали все участвующие величины безразмерными. Тогда теория получается более простой; поэтому при действиях с размерными величинами часто в самом начале исследования с помощью выбора характерных единиц переходят к безразмерным величинам, чтобы в дальнейшем только с ними иметь дело. Однако это не всегда удобно.

При действиях с размерными тензорными величинами применяются два различных подхода; об этом иногда забывают, что приводит к недоразумениям уже в линейной алгебре».

Действительно, эти недоразумения весьма распространены и порождаются тем, что в языке *математики* не может быть *физических величин*. Из-за этого обстоятельства происходит разрыв между физическим и математическим описанием. Японские исследователи С. Окада и Р. Онодера остановились на полдороге из-за нецелочисленности размерности заряда, они начали рассмотрение тензоров с одномерного аффинного пространства. Для кинематических величин им удалось отождествить контравариантные индексы с размерностью длины, а ковариантные индексы с отрицательной размерностью времени. Понятие «частота» оказалось ковариантной величиной относительно изменения масштаба времени и инвариантной величиной относительно изменения масштаба длины. Понятие «ускорение» оказалось тензором, один раз контравариантным относительно изменения масштабов длин и дважды ковариантным относительно масштабов времени [12].

Построение тензорного анализа на базе аффинной геометрии можно рассматривать как частный случай построения тензор-

ного анализа на базе проективной геометрии, так как аффинная группа является подгруппой проективной группы и характеризуется тем, что переводит бесконечно удаленные точки в бесконечно удаленные. Однако именно из аффинной геометрии заимствован термин *аффинор*. Если исходить из проективной геометрии, то мы получим термин *проектор*.

При переходе к проективному пространству с *инвариантом* в виде гармонического или ангармонического отношения четырех точек мы получаем наиболее естественный ввод всех понятий тензорного анализа. Обобщение одномерного проективного пространства на n измерений не требует особого рассмотрения.

Поскольку мы будем связывать величины кинематической системы с соответствующими тензорами, сделаем оговорку относительно правила написания индексов. Степень длины (положительная) дает число контравариантных индексов, которые мы будем писать справа, а отрицательная степень времени дает число ковариантных индексов справа снизу. Для обратных величин индексы пишутся слева и меняются местами: отрицательные степени длины – ковариантны, а положительные степени времени – контравариантны. При таком расположении индексов любая величина таблицы может быть легко опознана.

Рассмотрим кинематику точки, если уравнение движения последней представлено в виде степенного ряда $s(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + \dots$, где $s(t)$ – длина пути, пройденного точкой, a_0 – смещение, a_1 – скорость, a_2 – ускорение, a_3 – изменение ускорения, ...

Обращаясь к кинематической системе физических величин, мы видим, что коэффициенты этого ряда есть размерные величины с общей формулой $[L^1 T^{-n}]$. Это же уравнение в координатах принимает вид:

$$s^\alpha(t) = Q^\alpha + Q_{\beta}^\alpha t^\beta + Q_{\beta\gamma}^\alpha t^\beta t^\gamma + Q_{\beta\gamma\delta}^\alpha t^\beta t^\gamma t^\delta + \dots,$$

где: $s^\alpha(t)$ – длина пути, пройденного точкой,
 Q^α – смещение,
 Q_{β}^α – скорость,
 $Q_{\beta\gamma}^\alpha$ – ускорение,
 $Q_{\beta\gamma\delta}^\alpha$ – изменение ускорения, ...,
 $\alpha, \beta, \gamma, \dots = 1, 2, 3.$

Нетрудно видеть, что физическая размерность каждого термина есть $[L^1 T^{-n}]$, а коэффициенты этого ряда представляют собою различные физические величины, т. е. различные физические понятия.

Эти понятия можно различать по числу и расположению индексов. Заметим, что в приведенной записи время имеет три измерения, т. е. мы работаем в (3+3)-мире Бартини, а не в (3+1)-мире теории относительности. Это различие масштабов времени по различным направлениям здесь закладывается с самого начала, что приводит к ясному пониманию неравенства «поперечного» и «продольного» времени, которое доставило массу неприятностей физикам начала нашего века.

Обратим внимание и на другой факт. Если заставить индексы пробегать не три, а m значений, то мы будем иметь базис или ранг абстрактных пространств, равный m , но размерность всех величин останется неизменной. Именно этот факт слияния двух различных понятий в один термин «размерность» делал невозможным отличие базиса линейного пространства от размерности физической величины, которая рассматривается в этом линейном (или нелинейном) пространстве.

Рассмотрим кинематику изменения площади во времени:

$$s^{\alpha\beta}(t) = Q^{\alpha\beta} + Q_y^{\alpha\beta} t^\gamma + Q_{y\delta}^{\alpha\beta} t^\gamma t^\delta + Q_{y\delta\epsilon}^{\alpha\beta} t^\gamma t^\delta t^\epsilon + \dots,$$

где: $s^{\alpha\beta}(t)$ – величина площади, изменяющаяся со временем,
 $Q_y^{\alpha\beta}$ – скорость изменения площади,
 $Q_{y\delta}^{\alpha\beta}$ – «ускорение» изменения площади, ...
 $Q^{\alpha\beta}$ – начальное значение площади,
 $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \dots = 1, 2, 3.$

Каждый коэффициент этого ряда представляет собой размерную физическую величину с общей формулой размерности вида $[L^2 T^{-n}]$. Размерность физической величины не изменится, если индекс будет пробегать значения от 1 до m .

Приведенная таблица физических величин была названа таблицей законов природы. Покажем эту связь в явном виде. Приравняем скорость изменения площади постоянной $Q_y^{\alpha\beta} = const$. Перенесем постоянную в левую часть уравнения $Q_y^{\alpha\beta} - const = 0$. Заменим левую часть одной буквой $W_y^{\alpha\beta} = 0$.

Нетрудно видеть, что это тензорная форма записи закона Кеплера: «Радиус-вектор планеты за равные промежутки описывает равные площади». Другой закон Кеплера: «Отношение куба радиуса планеты к квадрату периода обращения есть величина постоянная», – будет записан в виде

$$W_{\delta\varepsilon}^{\alpha\beta\gamma} = 0.$$

Вообще любой закон физики, который формулируется как закон сохранения, можно записать в подобном виде. Так можно записать законы сохранения импульса, сохранения момента количества движения, сохранения энергии, сохранения мощности и т. д.

Выше мы указывали, что существует столько различных физик, сколько существует различных геометрий: каждому классу физических явлений соответствует своя геометрия. Чтобы отделить физику перемещений и поворотов твердого тела от других классов физических явлений, запишем инвариант этой группы движений. Он имеет вид постоянства расстояния между любыми двумя точками тела. Его тензорная запись выглядит так: $W^{\alpha} = 0$.

Если мы хотим изучать другой класс физических явлений, например, гидродинамику несжимаемой жидкости, характеризующуюся инвариантом объема, то следует «забыть» о постулате об инвариантности расстояния между двумя точками, а записать $W^{\alpha} \neq 0$, но $W^{\alpha\beta\gamma} = 0$.

Сравнивая различные «геометрии» с различными «физиками», можно установить два вида подобия явлений: физическое подобие, когда из таблицы физических величин выбраны одни и те же инварианты, и математическое подобие, которое относится к различным физическим величинам, но система инвариантов находится в подобных соотношениях.

Первый случай подобия можно проиллюстрировать на примере из классической механики. Известно, что сила, масса и ускорение классической механики связаны соотношением $f = ma$.

Записав это выражение для одной частицы, мы видим, что при переходе к механике k -частиц вид этой формулы не изменяется, так как члены этой формулы размерные величины

$$[F] = [M][LT^{-2}].$$

В индексной записи это выражение принимает вид $f_i = m_i a_i$.

Мы использовали латинские индексы для того, чтобы отделить число частиц, образующих базис линейного пространства, от индексов греческих, которые дают размерность физических величин.

В приведенном примере не появляются новые физические понятия.

Математическое подобие возможно тогда, когда берутся различные физические величины, но подобие состоит в форме уравнений. Этот случай наиболее распространен.

Естественно, что всякая интуитивная теория использует понятия, которые никак не связаны с таблицей. Наш опыт участия в комплексных научных программах показывает, что каждая техническая (и не только техническая) система хорошо описывается в терминах приведенной таблицы, а экономические понятия, как показано в индексе Б. Г. Кузнецова, требуют весьма удаленных от центра клеток таблицы. Это и естественно, ибо исходная величина есть мощность, а в индекс входят и ее высшие производные. Описание же экономических систем с учетом высших производных требует развития неримановой динамики и еще более сложных «геометрий».

Инженерные графические языки как многомерные языки

Традиционное математическое понятие *язык* определяется как *одномерная последовательность* букв и знаков. Можно понять причину, которая привела к созданию подобного языка, который правильнее называть «письменной речью». Последовательность фонем человеческой речи превратилась в последовательность букв и знаков на бумаге. Эта последовательность букв и знаков может изображать математический текст и даже математическое доказательство лишь при условии, что мы знаем, в каком порядке следует читать доказательство. Само понятие *порядок* нельзя ввести корректно в математический текст, ибо чтение любого текста вообще возможно, если мы знаем *порядок*, в котором друг за другом следуют буквы. Поскольку о понятиях «порядок» и «беспорядок» высказано много различных мнений,

отношение этих терминов к понятию «доказательство» в математике следует когда-нибудь выяснить. Ничего не изменится в этом определении, если понятие «порядок» заменить термином «цепь», ибо этот термин должен выражать тот же смысл, т. е. следование друг за другом звеньев одной цепи.

По мере того, как изучаемые и создаваемые человечеством объекты становились все сложнее, текстовые описания, сохраняющие все детали, делались все более длинными. Письменная речь стала все чаще заходить в тупик, а на смену ей пришли многомерные языки графического описания: топографические, морские, геологические карты, электронные и электротехнические схемы, строительные и машиностроительные чертежи, структурные формулы химии, фейнмановские диаграммы физики и т. п. Таким же языком планирования комплексных научных программ оказалась сеть.

Совершенно очевидно, что вся эта совокупность «графических языков» рождалась стихийно, по мере того, как люди вставали перед той или иной проблемой адекватного описания. Рождение графических языков связано с особенностями человеческого восприятия: зрение используется неэффективно при чтении текста; скорость восприятия информации по топографической карте примерно в тысячу раз выше, чем при чтении текстового описания. Появление вычислительных систем, потребовавших параллельного ввода данных, выдвинуло проблему графических языков на первый план. Начали говорить о создании «картинной логики», о машинной переработке «картинки» в «картинку».

В данном параграфе рассмотрим эти конструкты как новые понятия, которые имеют две стороны: одна касается физической реальности, а другая – абстрактных символов, удобных для математической формализации. Располагая такими графическими языками во многих областях науки и техники, мы совершаем различные попытки связать их с математическим описанием. Машинное проектирование технических систем во всех случаях связано с такими описаниями.

Рассмотрим в инженерных графических языках тот их компонент, который касается физической реальности. Одним из таких понятий является понятие сети, введенное Г. Кроном для описания различных электромеханических систем. Элементами сети

являются катушки, которые не следует смешивать с «катушками индуктивности», используемыми в радиотехнических схемах. Катушка у Крона является элементом схемы, имеющим импеданс и рассеивающим мощность. Включение катушек в сеть осуществляется с помощью безымпедансных соединительных проводов. Безымпедансные провода отождествляются с узлами.

Вид электрической схемы весьма напоминает математическое понятие «граф», что и привело к попытке заменить инженерное понятие «сеть» математическим понятием «граф». Однако такая замена привела к серьезным недоразумениям. Причина их состоит в том, что свойства математических графов и электрических сетей весьма различны. Поведение электрической сети существенно зависит от характера электромагнитного поля, которое окружает электрическую сеть и взаимодействует с ней. Это электромагнитное поле, которое окружает электрическую сеть, существенным образом входит в теорию электрических сетей, но его изображение отсутствует на графе. Попытка создать теорию электрических сетей со сложным комплексом электромагнитных явлений, окружающим сеть, только на основании видимого графа – является неудачной попыткой.

Возьмем топографическую карту, на которую нанесена боевая обстановка. Совершенно очевидно, что боевая обстановка является существенным элементом в схеме принятия решений. Представим себе теоретика в области военного искусства, занятого построением теории ведения боевых действий на основании только топографических карт и игнорирующего имеющуюся боевую обстановку. Если отождествить топографическую карту с графом, а боевую обстановку с окружающим сеть электромагнитным полем, то можно представить себе вид граф-теории, которая игнорирует половину исходных данных.

Приведем другой пример. В театральных постановках иногда употребляются люминесцентные краски. При освещении дневным светом мы видим одну картину, а при освещении ультрафиолетовым светом – совсем другую. Этот пример служит иллюстрацией того, что реакция сети существенным образом зависит от вида падающей электромагнитной волны.

Возвращаясь к топографической карте как графическому языку изображения местности, следует отметить, что различ-

ные люди, рассматривая одну и ту же топографическую карту, видят разные вещи. Если один зритель, который обучен топографии, видит все складки местности своим «внутренним взором», то в сознании другого зрителя, не обученного топографическому языку, эта картина не возникает. «Внутренний взор» инженера связан с символическим языком электрической сети; у теоретика в области математических графов он отсутствует.

Эта длинная сентенция относительно графических языков преследует одну цель – показать, что они имеют следующие направления: 1) наименьшим количеством знаков выразить как можно большее содержание; 2) использовать достаточное количество знаковых элементов для указания различия между сходными вещами. Эти явления как свойство интеллекта уже давно отметил Монтескье: интеллект проявляется в умении видеть общее в различном и различие в подобном. Понятие «дом» у инженера-строителя ассоциируется с множеством комплектов рабочих чертежей: каждый дом в комплекте рабочих чертежей имеет свои особенности. Заменить все эти дома одним символом – значит лишить себя возможности понять тонкие различия между разными домами.

Обращаясь к графическим языкам инженерных наук, мы хотим решить следующий вопрос: всегда ли различные графические изображения соответствуют различиям в физической реальности? Нет ли таких свойств физической реальности, которые имеют различное графическое изображение, но представляют собой описание одного и того же объекта физической реальности?

Простейшим примером такого рода является топографическая карта: она может быть дана для одной и той же местности, но в разном масштабе. Точно такая же ситуация возможна и для рабочих чертежей дома: они могут быть выполнены в разных масштабах, но в результате будут построены одинаковые или тождественные дома. В этих случаях существует такое преобразование чертежей или топографической карты, которое совмещает два изображения.

Более сложный случай – рассмотрение карт аэрофотосъемки одного и того же участка местности, но снятых с различной высоты и под разными углами. В этом примере заранее известно,

что речь идет об одном и том же объекте, но все его изображения имеют различный вид. Можно показать, что при некоторых условиях (относительно характера отснятой местности) также существует преобразование карт аэрофотосъемки, которые совмещает два изображения. Возможность совмещения двух изображений одного и того же объекта следует из того, что это различные изображения одного и того же объекта. Приведенные примеры показывают, что действительно встречаются ситуации, когда различным графическим изображениям соответствует один и тот же объект физической реальности. Эти ситуации можно отождествить с логическим исследованием, которое было выполнено в математике.

Математики изучали поведение неизменного математического объекта (например, отрезка, плоской или пространственной фигуры, замкнутой кривой и т.д.), который записывается в различных системах координат, и его математическая запись имеет различный вид, но сам объект остается неизменным. Его принято называть *инвариантом*, а внешний вид его записи в той или иной системе координат – его *проекцией* в частную систему координат. Вся совокупность проекций одного и того же объекта в допустимые системы координат образует понятие *группы*, а правила перехода от записи в одной системе координат к записи в другой системе координат – понятие преобразования. Вся совокупность перечисленных понятий и образует новое понятие «тензор» как *группа преобразований с инвариантом*.

Приведенное определение понятия «тензор» можно использовать в двух направлениях: группа может иметь различные инварианты при неизменных преобразованиях или различные преобразования при неизменном инварианте. В первом случае одна группа будет отличаться от другой инвариантами, а во втором – преобразованиями. Если в качестве инвариантов используются физические величины из таблицы физических величин Р.О. ди Бартини, то различным группам соответствуют разные *классы физических систем*. Поскольку понятие «физическая величина» не является математическим понятием, то существует различие между *физическим* и *математическим* понятием *тензора*. Это различие было замечено и использовано Г. Кроном в его тензорном анализе сетей. Для Г. Крона инвариантное пре-

образование электрической сети связано с группой, характеризующейся *инвариантностью мощности*, а способ соединения элементов в сеть – вид *преобразования*, допускаемый этой группой.

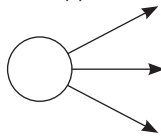
Если исходным понятием теории является *граф*, то изменение способа соединения элементов в графе есть переход к другому графу. Не существует понятия *эквивалентный граф*, если не использован *инвариант* некоторой физической величины. Физическая величина связана с физическим понятием *размерность*, в то время как конфигурация сети, представляемая графом, дает математическое понятие числа суммируемых элементов. Это число обычно связывают с «размерностью линейного пространства». Мы уже ранее отметили, что для числа суммируемых элементов используется термин «базис» или «ранг» линейного пространства, который никакого отношения к размерности физической величины не имеет. Число катушек в сети Г. Крона определяет число уравнений и базис линейного пространства (для линейных сетей или для 1-сетей).

Переход от одной конфигурации сети к другой конфигурации, т.е. к другому способу соединения тех же элементов безымпедансными проводникам, может изменять базис или ранг линейного пространства, но не выводит новую конфигурацию из группы, определяемой инвариантом мощности. В обычных курсах линейной алгебры линейные пространства считаются изоморфными тогда и только тогда, когда они имеют одно и то же число компонентов базиса или ранга. Это и дает возможность увидеть различие между группой линейных преобразований Г. Крона и группой линейных преобразований линейной алгебры.

Нахождение элементов тензора преобразования Г. Крона оказывается возможным тогда и только тогда, когда мы сравниваем две сети, представленные графическим языком инженера. Достаточно обозначить эти сети символами A_1 и A_2 – как вид тензора преобразования одной сети в другую найти будет невозможно. Отсутствие этого графического многомерного языка, вызванного первой тенденцией развития языка математики, закрывает дорогу к новым результатам, которые могут быть получены при использовании многомерных инженерных графических языков.

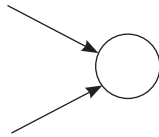
Инженерные графические многомерные языки могут применяться и в математике. Если взять математический текст и за-

менить в нем все высказывания и все формулы символом \circ , а все связи между высказываниями и формулами символом \rightarrow , то *любой математический текст* превращается в ориентированный граф. Поскольку любая математическая теория может быть заменена графом, то мы получаем возможность сравнивать *различные* математические теории по виду представляющих эти теории графов. В каждой математической теории, представленной графом, можно выделить три *типа формул* или высказываний. К первому типу отнесем формулы, из которых исходят логические связи, но в некоторые *не входит* ни один предшествующий результат, т. е. изображение вида



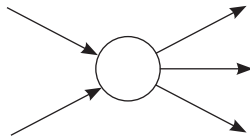
Этот тип формул соответствует **аксиомам** логической теории.

Ко второму типу отнесем формулы (высказывания), в которые **входят** предшествующие результаты, но из них никаких последующих результатов не выводится, т. е. изображение вида



Этот тип формул соответствует *выводам* из логической теории.

Наконец, к третьему типу отнесем формулы, в которые **входят** предшествующие результаты и из которых следуют последующие результаты или формулы, т. е. изображение вида



Этот тип формул соответствует промежуточным результатам или процессу доказательства.

Имея графическое представление логической теории, можно говорить об объединении *множества* логических теорий в об-

щую логическую теорию, соединяющую *все исходные аксиомы и все выводы*. Именно такое объединение локальных логических теорий в общую логическую теорию и составляет *сущность* комплексной научной программы, интегрирующей знания специалистов из различных областей науки и техники. В системах жизнеобеспечения общее количество *аксиом*, т. е. *исходных посылок*, соответствует нескольким тысячам. Их соединение в логическую теорию систем жизнеобеспечения и достигается с помощью другой сети, которая является символическим изображением плана.

Создание логических теорий на сотни и тысячи логических условий, относящихся к различным разделам науки и техники, составляет процесс конструирования так называемых «сложных систем». Теория конструирования и теория синтеза логических теорий представляют собой лишь различные названия одного и того же процесса проектирования.

Организационные трудности в создании комплексных научных программ можно видеть по объемному макету целевой организации, порождаемому использованием систем «СПУТНИК-СКАЛАР» (рис. 2).

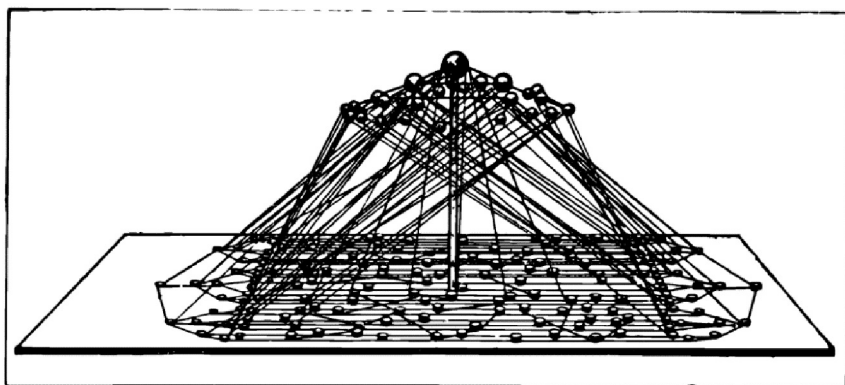


Рис. 2.

На макете представлен план, имеющий вид сети в основании конструкции организации, над ним возвышается иерархическая структура организации. Каждая оборванная нитка на макете соответствует организационной неурядице или организационному «сбою». Формирование и эволюция такой организационной

структуры потребовали более основательного знакомства с тензорным анализом сетей, частным случаем которого является описание подобных структур. Приведенный макет организации дает некоторое представление о характере связей в сравнительно небольшой организации (около 200 чел.).

Установление логических связей между частными или локальными логическими теориями достигается с помощью «листа согласования», являющегося документом в системах «СПУТНИК-СКАЛАР».

В настоящее время все возможные направления развития современной математики можно представить с помощью двух универсальных математических языков: языка теории множеств или языка геометрии. Поскольку эти два языка эквивалентны, а современная математика предпочитает язык теории множеств, то представляется логичным использовать язык геометрии для прикладных теорий. Язык теории множеств остается контекстно свободен, а язык геометрии может быть контекстно связан с прикладными теориями. Контекстно-свободный язык теории множеств не будет связывать свободы математического мышления в области чистой математики (развитие которой является очень важным). Язык геометрии, в соответствии с деятельностью Японской ассоциации прикладной геометрии, становится связанным с проблемами инженерного проектирования.

Интересно отметить, что, используя для приложений язык геометрии, мы используем для развития прикладных теорий эрлангенскую программу Ф. Клейна. Различные классы физических явлений и соответствующие этим классам явлений технические системы могут быть поставлены в соответствие с различными группами преобразований. Общая теория физических и технических систем использует в виде направляющего стального каркаса теорию групп. Каждая группа в соответствии с программой Ф. Клейна порождает свою геометрию. Различие геометрий становится различием классов физических явлений и одновременно различием классов технических систем. Наоборот, технические системы подобны, если являются представителями одной и той же группы. Каждый класс физических явлений отождествляется с определенным набором инвариантов, а это приводит к выводу, что различных физик ровно столь-

ко же, сколько различных геометрий, т.е. столько же, сколько существует различных наборов инвариантов из таблицы физических величин Р.О. ди Бартини. Подобно тому как различные частные геометрии объединяются в современную геометрию, различные частные физики объединяются в современную физику. Нельзя одному человеку построить все здание физики. Эти задачи подобны друг другу и требуют для своего строительства всей науки на протяжении всей последующей истории человечества. Так же, как истины геометрии остаются в золотом фонде человечества, новые логические теории, которые будут создаваться, перейдут в золотой фонд комплекса машинных информационных систем, т.е. в искусственный интеллект человеческой популяции. Дорогу в этом направлении нам открывает переход от одномерного языка традиционной математики к многомерным языкам, порожденным практикой инженерного проектирования технических и организационных систем. Этот язык получил свое точное определение именно в тензорном анализе сетей Г. Крона, который может рассматриваться только как первый шаг на пути к полиэдральным сетям.

Научное объяснение и научное конструирование

Этот параграф посвящен различию между ученым-наблюдателем и ученым-конструктором. Различие до некоторой степени условно, но в рамках комплексных научных программ можно наблюдать и крайности. Ученый-наблюдатель представляет собой первую крайность: его задача – установить закон наблюдаемого явления. В этом случае его поведение определяется правилами объективности: ничего *субъективного*, ничего, чем я как личность могу исказить результаты наблюдения. Результат деятельности ученого-наблюдателя состоит в создании теории, из которой следует, т.е. выводится, нечто наблюдаемое в исследованном классе явлений. Конечная *цель* исследователя состоит в установлении *закона*, т.е. инварианта в наблюдаемой группе явлений. Гипотеза, которой руководствуется исследователь, состоит в том, что закон существует, но еще не открыт, не установлен. Этот закон не может быть навязан природе, он независим от мышления исследователя. После установления инварианта или закона данного класса явлений можно говорить, что часть

явлений можно наблюдать, и их наблюдение не находится в противоречии с установленным законом, а часть явления нельзя наблюдать, так как они вступили бы в противоречие с обнаруженным законом.

Открытый исследователем закон позволяет делать предсказания, но только в том классе явлений, который характеризуется установленным инвариантом.

Ученый-конструктор не преследует цели открывать новые законы природы; его задача – использовать известные законы природы для удовлетворения тех или иных потребностей человека или человечества в целом. Исходными данными конструирования являются *идеи и инварианты* известных законов, а целью – нахождения инженерной структуры, которая использует минимальный объем пространства и минимальное количество «железок» для удовлетворения той или иной потребности.

Таким образом, можно различать две разные логики: логику *объяснения* и логику *конструирования*. Логика объяснения состоит в указании того, что можно наблюдать при заданных инвариантах, логика конструирования – в выборе необходимых инвариантов, которые делают материальное воплощение идеи наблюдаемым, т. е. материальное воплощение – *физически реализуемым*.

Конструктор начинает работу с идеи, а заканчивает ее *материальным воплощением идеи* в работающей конструкции.

Исследователь начинает работу с материальным воплощением работающей конструкции природы, а заканчивает *идеей*, которая принимает вид *закона* или *сущности*, характеризующей изученную конструкцию. Этим различным по своему характеру приемам соответствуют две философские концепции: от природы к идее и от идеи к природе. Синтез обеих концепций, сохраняющий достоинства каждой и лишенный их недостатков, нашел свое выражение в утверждении, что задача состоит не только в объяснении мира, но и в перестройке его. Строительство нового мира природы, который лучше удовлетворяет потребностям человека и человеческой популяции в целом, опирается, с одной стороны, на познание законов природы, а с другой – на идеи, которые можно воплотить в материальные конструкции нового мира.

Итак, ориентация логики конструктора на формирование нового, более благоустроенного мира порождается потребностями. Обычная логика рассматривает понятия *потребность* и *возможность* как полярные противоположности. Диалектическая связь этих понятий имеет традиционный для диалектики вид: всякая удовлетворенная потребность есть новая или возросшая возможность, всякая новая или возросшая возможность воспринимается как потребность.

Можно высказать следующее утверждение: *каждая потребность может быть выражена в терминах роста той или иной возможности. Всякий рост возможности человеческой популяции может быть выражен в терминах той или иной потребности.*

Логика конструирования, опирающаяся на идеи удовлетворения тех или иных потребностей, опирается в то же время на идеи, обеспечивающие рост возможности человеческой популяции. Верно и обратное утверждение: рост возможности человеческой популяции невозможен без идей и механизма их воплощения в материальные конструкции.

Нетрудно видеть, что логика исследователя находится в противоречии с логикой конструктора: первый заканчивает свое исследование запретом, т.е. утверждением о невозможности, второй – лишь при наличии идеи – утверждением: это возможно.

Все законы природы, как видно из таблицы, являются запретами в группах явлений природы и перестают быть запретами за границами этих групп.

Отождествим понятия «возможность» и «производительность труда». В этом случае понятие «рост возможности» будет соответствовать понятию «рост производительности труда». Только невежественный человек может сомневаться в том, что закон роста производительности труда не является объективным законом, который управляет ходом истории человечества. Наличие объективного закона истории свидетельствует о том, что человек господствует над природой только в средствах, а в своих целях он скорее подчинен ей. Отдельный индивидуум или группа может развивать бурную деятельность в направлении замедления роста производительности труда, но это исключение никак не повлияет на общий ход исторического процесса.

Важно заметить, что осознанная потребность и воспринимается человеком как цель.

Приведенный объективный закон истории и выражается компонентами фундаментального экономического индекса Б.Г. Кузнецова. Этот индекс есть не что иное как разложение имеющейся в распоряжении человеческой популяции мощности в ряд Тейлора, коэффициенты которого являются размерными физическими величинами. Поскольку три высших производных от мощности по времени положительны, можно сформулировать:

Мощность (физическая величина, имеющая размерность $[L^5 T^{-5}]$), отнесенная на килограмм живого веса людей, не уменьшается в ходе исторического развития человечества.

Это утверждение можно рассматривать как эвристический принцип, из него следуют или выводятся различные виды потребностей или целей, которые ставят перед собой люди в их совокупности.

Отождествляя понятие «возможность» с понятием «мощность», мы должны рассмотреть некоторые определения к термину «возможность», образующие некоторую иерархию возможностей:

1. *потенциальная возможность* – полная величина мощности, потребляемая популяцией или ее частью;

2. *техническая (или физическая) возможность* – величина полной потребляемой мощности, умноженной на коэффициент совершенства технологии, т. е. на обобщенный коэффициент полезного действия машин и механизмов, соответствующая технической скорости выпуска продукции;

3. *экономическая возможность* – величина технической возможности, умноженная на коэффициент обеспеченности выпускаемой продукции потребителем, т.е на коэффициент качества плана; физический выпуск продукции, которая, не обеспечена потребителем, – это *физическая работа*, не получающая общественного признания в качестве *труда*.

Этот поток продукции и образует долю, снижающую коэффициент качества плана от единицы. Таким образом, экономическая возможность – это величина технической возможности, уменьшенная на величину выпуска, который не обеспечен потребителем.

Рассматривая только три определения, мы не используем таких определений возможности как, например, этическая, социальная и политическая, т. е. мы учитываем, что рассматриваемая теория имеет границы применимости. Теория имеет тот же вид, что и теория движения несжимаемой жидкости: она тем справедливее, чем менее уклоняется описываемая жидкость от постоянства величины объема.

Вышеприведенные определения мы давали в соответствии с требованием *операциональности определений каждого термина*, предъявляемым к теории вообще. отождествление понятий «возможность» и «мощность» позволяет говорить о полной возможности или полной мощности, которая имеется в распоряжении человеческой популяции. Такое рассмотрение полной мощности, которой располагает человечество в целом, предпринимается в рамках экономико-географических исследований Г. Бешем [17] или в рамках экологического подхода Г. Т. Одумом [18]. Это далеко не новый подход, а его подлинным основоположником может считаться С. А. Подолинский [19]. История этого вопроса изложена в работах [20–22].

Несколько уточним понятие «возможность». Допустим, что груз весом 750 кг нужно поднять на высоту в 10 м. В распоряжении имеется бензиновый двигатель, приводящий в движение подъемный механизм (лифт). Рассматривая наше устройство с точки зрения потребления бензина, можно обнаружить, что количество энергии, выделяющееся в единицу времени при сгорании бензина, соответствует мощности в 10 л.с. (1 л.с. = 75 кгм/с). Если бы вся мощность сгорающего бензина превращалась в полезную работу подъема груза, то вся работа была бы сделана за 10 с.

Мощность сгорающего бензина представляет собой потенциальную возможность. Ее величина образует некоторую часть полного потока энергии, получаемого человеческой популяцией.

С учетом трения и бесполезных потерь в двигателе и подъемном механизме фактическая мощность, т. е. техническая или физическая возможность, оказывается равной 20% потенциальной возможности. Таким образом, техническая мощность механизма составляет всего две лошадиные силы, и совершение работы по подъему груза требует времени не 10, а 50 с.

Перейдем к последнему из рассматриваемых определений термина «возможность». Если потенциальная возможность определялась как полный поток энергии, а техническая возможность – с учетом коэффициента совершенства технологии, то экономическая возможность требует введения нового понятия.

Определим понятие «рынок» как способ общественного производства, при котором сначала выполняется работа по выпуску продукта, а потом ищется потребитель результата сделанной работы.

Определим понятие «план» как способ общественного производства, при котором сначала ищется потребитель результата сделанной работы, а потом выполняется работа по выпуску продукта. Таким образом, понятие «план» означает, что результат каждой работы в обществе обеспечен потребителем. Понятие «труд» определяется в политической экономии как общественно полезная деятельность, т. е. такая деятельность, результат которой получает общественное признание через потребителя. Измерителем качества плана может служить величина товарных запасов, которая не имеет потребителя.

Можно заметить, что социальные системы с анархией производства не полностью используют возможности общества, так как имеют низкий или колеблющийся коэффициент качества плана. Эти системы исторически обречены – им на смену идет плановая экономика.

Три использованных определения термина «возможность» достаточно хорошо характеризует некоторые типы целей.

1. Научные исследования и последующие конструкторские работы могут быть ориентированы, т. е. иметь целью создание и реализацию новых источников мощности. Так в истории человечества осваивались мощности домашнего скота, ветра, падающей воды, каменного угля, нефти, газа, ядерной энергии и т. п.

2. Научные исследования и последующие конструкторские работы могут иметь целью создание новых технологических процессов, которые отличаются от ранее известных более высоким коэффициентом совершенства технологии. Эти работы и соответствуют термину «техническая революция».

3. Научные исследования и последующие конструкторские работы могут иметь целью совершенствование системы управления общественным производством, т. е. ориентированы на повышение коэффициента качества плана. Идеальное общественное устройство предполагает, что ни одного человека в обществе не принуждают к выполнению никому не нужной работы. Это направление научных исследований по совершенствованию системы управления общественным производством и названо важнейшим в решениях XXIV съезда КПСС.

Вернемся к проблеме искусственного интеллекта и разума человеческой популяции на новом уровне рассмотрения. Научно обоснованное управление конструированием *будущего* должно опираться на результаты научных исследований *во всех областях науки*, т. е. на интегрированные возможности всей науки. Эти научные данные находятся в одном месте, а решения принимаются в другом. Чтобы избежать одностороннего суждения экспертов, мы должны иметь возможность использовать интеллектуальное богатство человеческой истории для принятия практических решений. Классическое противоречие между ограниченными знаниями одного лица и знаниями человечества может быть разрешено созданием комплекса машинных информационных систем, ориентированных на *процесс конструирования будущего*, на процесс активного формирования *будущего человечества*. Эту задачу можно решить только в рамках комплексной научно-технической программы, разработка которой стала исторической необходимостью.

Научные дисциплины и направления получают названия, которые объединяют термин области исследования и окончание «-логия» – учение. Процесс конструирования или проектирования будущего не относится к разряду исследований, потому что его результат представляет собой материальную конструкцию, ведущую себя в соответствии с замыслом конструктора. Теория конструирования или проектирования, соединяющая логическую структуру математической теории с физической реализуемостью, должна иметь определенное название. Г. Саймон предложил для этой области название «наука об искусственном». Мы предлагаем термин «проектология» (наука о *проектировании будущего*). Ранее мы предлагали перейти от термина *аффинор*

к термину *проектор*, имея в виду, что класс проективных преобразований шире, чем класс аффинных преобразований. Однако это было только одной из причин введения нового термина, теперь мы встретились со второй: понятие «проектор» ассоциативно связано с проектированием систем и проектированием будущего.

Выше тензорный анализ рассматривался как раздел математики, который позволил записывать некоторые объекты о форме, которая не зависит от выбора системы координат. *Физическая интерпретация* понятийного аппарата тензорного анализа, которая была дана Г. Кроном, превращает математическую теорию в инженерную теорию и требует изменения названия. Эту теорию проектирования, объединяющую математический аппарат тензорного анализа с *физикой – анализом размерности* и с инженерным графическим языком *сетей*, мы предлагаем называть *проектным анализом*.

Учитывая, что каждый конструктор системы может иметь свою особую точку зрения на проект системы, будем индивидуальную точку зрения конструктора называть проектором, а предлагаемое конструктором техническое решение – частной проекцией системы данного типа в частную систему координат предлагаемого технического решения. Вся совокупность возможных проектов будущей системы образует группу, а частные технические решения – проекцию инварианта группы в конкретную систему координат. *Инвариантом* группы для проектируемых систем может быть тот или иной (или несколько) инвариант из таблицы Р.О. ди Бартини. Это представление весьма полезно для исключения иллюзии конструкторов относительно *единственности* технического проекта системы. Конструкция коллективного мозга, что известно каждому участнику комплексных научных программ, и состоит в использовании большого числа таких проекторов, образующих иерархию целевых руководителей. Весь коллектив разработчиков, осуществляющих конструирование сложной технической (или другой) системы, связанный в целое (листами согласования), мы и будем отождествлять с проектом или программой. Именно эту структуру мы и демонстрировали в макете целевой организации.

Развитие проектологии может быть успешным, если классы проектируемых систем можно будет отождествлять с инвариантами таблицы физических величин. Это означает, что существует связь между целями в технических системах и инвариантами физических величин. Эта связь превращает *исследователя* в *конструктора*.

Определение целей технических систем через инварианты физических величин

Понятие «движение» в геометрии связано с представлением об инварианте, т.е. с такой характеристикой перемещаемого или изменяемого объекта, которая остается неизменной. Классическими инвариантами движений в геометрическом смысле являются длина («расстояние между двумя точками абсолютно твердого тела») и объем. Геометрическое перемещение ориентированного отрезка или вектора может осуществляться с сохранением величины и направления. Такое перемещение принято называть параллельным переносом. Эквивалентность или инвариантность вектора при перемещении параллельным переносом настолько очевидна, что можно считать: инвариант и параллельный перенос – два названия одного и того же вектора. Это особенно ярко выражено, если осуществлялся не перенос вектора, а перенос начала координат, т.е. мы имеем дело с тем же самым вектором, но записанным в координатах новой системы. Классические работы Риччи и Леви-Чивитта, которые привели к обобщению понятия параллельный перенос или, как мы убедились выше, к обобщению понятия *инвариант*, и заложили основы современного тензорного анализа. Это позволяет говорить о движении в геометрическом смысле как о преобразовании координат с инвариантом. Прежде чем говорить об инвариантах в технических системах, рассмотрим некоторые инварианты геометрических преобразований. Это позволит лучше уяснить идеи тиринг-топологии Г. Крона как идеи группы преобразований равновеликих фигур с разрезом и перестройкой конфигурации фигуры, но с инвариантом.

Вернемся к классическому геометрическому определению движения в той форме, которую хорошо выразил Г. Вейль: «Один из способов описания структуры пространства, которому отда-

вали предпочтение Ньютон и Гельмгольц, состоит в использовании понятия конгруэнтности. Конгруэнтные части пространства V и V' – это такие его части, которые можно заполнить одним и тем же твердым телом в двух его положениях... очевидно, что конгруэнтные преобразования образуют группу, являющуюся подгруппой группы автоморфизмов. Если говорить подробнее, ситуация такова. Среди преобразований подобия существуют такие, которые не изменяют размеров тела; отныне мы будем называть их «движениями» (Вейль Г. Симметрия. – М.: Наука, 1968. – С. 70).

Рассмотрим физический пример. Допустим, что у нас есть десять кирпичей, разложенных рядом. Они займут некоторый объем. Теперь изменим ситуацию. Сложим эти кирпичи друг на друга столбиком. Хотя положение кирпичей изменилось, *величина объема*, которая заполняется этим десятком кирпичей, остается неизменной. Величина объема, занимаемая *не одним твердым телом*, а десятком кирпичей, является *инвариантом*. Можно говорить о *конгруэнтности* в этом новом смысле и называть движениями и такие изменения конфигурации системы. Однако говорить о том, что движения образуют подгруппу в группе преобразований подобия, уже нельзя. Это группа преобразований равновеликих фигур, сохраняющая величину объема, но допускающая членение величины объема на подобъемы. Саму операцию членения и склеивания кирпичей нужно рассматривать как новую группу преобразований, которую ввел Г. Крон.

Если группа автоморфизмов объединяет фигуры, подобные по форме, то группа преобразований Г. Крона объединяет конфигурации, равные по величине. Такую же операцию разрезания (отсюда и тиринг-топология) можно проделать с листом бумаги, разрезая его на части и раскладывая произвольным образом. *Инвариантом* этой группы будет величина *площади*. Если объем кирпичей может быть задан *трилинейной* формой, остающейся инвариантом при всех размещениях кирпича, то площадь листа бумаги может быть задана *билинейной* формой, остающейся инвариантом при всех разрезах и размещениях листа бумаги. В общем случае группу обобщенного *движения* можно задать *инвариантом полилинейной формы*, где величиной, остающейся

ся неизменной, может быть любая величина из системы Р.О. ди Бартини. Частным случаем перекладываемых «кирпичей» могут служить «кирпичи *мощности*». Сети Г. Крона образуют группу, инвариантом которой является величина мощности. Сети считаются *эквивалентными* тогда и только тогда, когда существует неизменная величина мощности. Только низкая математическая культура могла породить такую дискуссию как дискуссия о роли инварианта мощности в эквивалентном преобразовании электрических сетей. Если исключить этот инвариант, то теряет смысл понятие эквивалентность.

Для восстановления исторической истины следует отметить, что именно Г. Вейль подал Г. Крону мысль об использовании многомерных пространств для построения теоретической электротехники. Еще в 1926 г. Г. Вейль писал: «Представим себе сеть проводников постоянного тока, состоящую из отдельных однородных проводников, разветвляющихся в узловых точках, и назовем «точкой» произвольное распределение тока, которое сообщает каждой проволоке S силу тока I_S . В такой системе имеют силу законы евклидова пространства с центром в \circ и такого количества измерений, сколько есть проволок в сети. При этом центральная точка \circ характеризуется отсутствием тока, в ней исчезают все силы тока I_S , а под квадратом расстояния «точки» от центра следует понимать количество джоулевой теплоты, выделяемой токами за единицу времени. Эта изоморфия вовсе не носит характера игры, ибо благодаря ей простые и важные геометрические понятия ставятся в соответствие с простыми и важными, касающимися распределения тока в сети, понятиями физики» (Вейль Г. О философии математики. – М.: Гостехиздат, 1934. – С. 55–56).

Нетрудно видеть, что в описании Г. Вейля присутствуют только некоторые простейшие понятия физики постоянных токов. Эту программу Г. Вейля – установить изоморфизм между простыми и важными понятиями геометрии и такими же простыми и важными понятиями физики – и реализовал в течение 38 лет Г. Крон, поддерживая личные контакты с Г. Вейлем, Джоном фон Нейманом, Освальдом Вебленом, Полем Ланжевенем, Банешем Хоффманом и Альбертом Эйнштейном. В процессе реализации этой программы, активно поддерживаемой друзьями из Прин-

стона, Г. Крон обнаружил, что для более или менее адекватной геометрической картины явлений в электрических вращающихся машинах необходимо использовать нериманову геометрию и работы по общей теории гравитационного и электромагнитного поля. Адекватная геометрия динамики вращающихся электрических машин оказалась пятиоптической, развивавшейся в работах Г. Вейля, Калуза и Ю. Б. Руммером в Советском Союзе. Изложенная выше связь между группами с инвариантами и геометриями, устанавливающая изоморфизм между различными геометриями и различными физиками, была продемонстрирована всей совокупностью работ Г. Крона. Физическая интерпретация понятия «тензор», принадлежащая Г. Крону, к сожалению, не была должным образом оценена математиками.

Теперь, рассматривая обобщенное движение как группу преобразования с *инвариантом* той или иной *физической величины*, можно рассматривать *все технические системы* как группы с теми же инвариантами. Общая теория систем и общая теория групп преобразований с инвариантами тех или иных физических величин представляют собой лишь различные названия для одного и того же предмета исследования и конструирования.

Обратим внимание на физический смысл понятия «инвариант» в обыденной жизни. Оно выражает некоторое значение чего-то *неизменяющегося*, т. е. *сохраняющегося*.

Неизменяющееся и сохраняющееся в обыденной жизни принято называть *существующим*, а иногда *сущностью*. Выразить сущность того или иного явления природы— значит найти нечто, что сохраняется в глубине наблюдаемой смены явлений. Однако эти сущности могут быть различных порядков: то, что является сущностью относительно одних явлений, может оказаться само явлением, но относительно сущности более глубокого порядка. Подобная связь существует и между инвариантными физическими величинами. Чем дальше мы удаляемся от центра таблицы физических величин, тем более глубокие сущности мы привлекаем к рассмотрению.

Рассмотрим простой пример. Сущностью технических транспортных средств (паровоза, автомобиля, парохода, самолета, трубопровода и т. п.) можно считать *функцию транспортировки грузов* (измеряемых весом) с определенной скоростью в про-

странстве. Выделив транспортируемые с заданной скоростью грузы как «цель» системы транспортировки грузов, мы отделяем целевое назначение системы от технических средств, которые созданы конструкторами для решения указанной задачи. Произведение веса транспортируемых грузов на мгновенную скорость их транспортировки образует понятие *мощность транспортной системы*. Фиксируя мощность транспортной системы как цель конструирования, как заданный инвариант, все возможные технические решения по созданию транспортной системы с заданной величиной мощности можно рассматривать как варианты технического решения или как проекцию этого инварианта в одну из допустимых систем координат частного технического решения. Рассмотрим другой простой пример. Нас не устраивает существующая транспортная система, и мы хотим увеличить мощность транспортной системы на заданную величину в заданное время. Это будет уже другая система: она характеризуется *ростом мощности за заданное время*. Темп роста величины мощности относится уже к другой клетке таблицы физических величин, т. е. является *инвариантом уже другой физической величины*. При анализе систем управления реальными транспортными системами это различие является существенным: в реальных транспортных министерствах эти две различные системы соединены, и их выделение в качестве подсистем общей системы управления опирается на различие физической природы инвариантов, проявляющееся в различии целей управления этими подсистемами. Первую подсистему мы называем системой «поддержания» мощности, а вторую – системой «роста». Если мы имеем дело с высшими производными, то их удобно выделять в подсистему «**развития**», которая должна быть найдена и опознана.

За более подробным изложением подхода ко всем системам как системам *транспортировки* тех или иных *величин* мы отсылаем читателя к ранее опубликованным работам [18–20, 28]. Заметим, что можно говорить о системах транспорта мощности и о системах транспорта информации, имея в виду, что транспорт может осуществляться не только в пространстве, но и во времени. В этом случае принято говорить о *хранении* соответственно, *грузов, энергии (мощности) или информации*.

Более детальный разбор этих систем приводит к системе транспорта величин из таблицы. Интересно отметить, что инварианты некоторых реальных систем оказались в клетках, которые весьма удалены от центра таблицы. Обычный понятийный аппарат физики *не затрагивает* этих инвариантов, что порождает ограниченные *физикалистские* подходы.

Рост возможностей общества реализуется через рост и развитие различных систем транспортировки. Этот рост обеспечивается *научно-техническими идеями*, источником которых был и остается человек. Полное использование всех идей, появившихся в сознании каждого отдельного человека, для роста возможностей общества и использование растущих возможностей общества для формирования человека – творца новых идей – соответствует высшему типу общественного устройства – коммунистическому обществу.

Разработка теории такого общественного устройства и является предметом научного коммунизма. Совершенно очевидно, что создание такой теории и ее превращение в действительность требует интеграции всех научных знаний, накопленных предшествующей историей человечества. Нетрудно видеть, что разработка теории научного коммунизма и разработка комплекса машинных систем для проектирования будущего – лишь два названия для одной и той же комплексной научной программы. Только в рамках комплексной научной программы можно разрешить основное противоречие между знаниями одного лица и знаниями, которые накоплены всей предшествующей историей человечества. Гегель был последним философом, который пытался создать теорию мира в целом. Создание такой теории невозможно для одного, отдельно взятого человека, но оно возможно для человечества в целом на протяжении всей прошедшей и будущей истории. Мы были вынуждены напомнить об этом результате, так как и сегодня находятся люди, которые в науке претендуют на папскую непогрешимость.

Проблема искусственного интеллекта и проблема коллективного разума требуют своего решения. Они требовали своего решения еще вчера. Не пора ли приступить к работе?

«Примитивные системы» и «обобщающие постулаты» Г. Крона

Всякую пустячную задачу или проблему можно превратить в «сверхсложную». Это делается сравнительно легко. Обратная задача, как всегда, решается труднее. Можно ли сложные вещи сделать проще? И да, и нет. Да – потому что путь к пониманию может быть короче. Нет – потому что самый короткий путь все-таки требует времени. Путь становится короче, если школьник уже на уровне школьной программы касается переднего края науки. Можно ли таблицу физических величин и законов природы Р.О. ди Бартини объяснить школьнику? Вероятно, можно. Но в этом случае мы уже со школьной скамьи будем готовить специалиста по проектированию систем, специалиста по конструированию. Японская Ассоциация прикладной геометрии провела уникальную работу, ориентированную на улучшение математической подготовки инженера-конструктора. И не случайно, что ассоциация использовала в качестве общей базы для всех инженеров то направление тензорного анализа, которое основал Г. Крон. Случайным является факт, что японские ученые не смогли преодолеть трудности, которые порождены нецелочисленными степенями системы основных физических величин $[L]$, $[M]$, $[T]$, Установление изоморфизма между понятиями геометрии и понятиями физики еще не закончилось. Тем не менее, понятие **тензор** в физике как понятие **физической величины**, которая не зависит от выбора системы координат, сохранится.

Особое место среди тензоров, каждый из которых может быть отождествлен с той или иной физической величиной таблицы Р.О. ди Бартини, занимает *тензор соединения* или *тензор преобразования*. Формально – это тензор, который имеет один штрихованный индекс, а другой индекс нештрихованный. Это означает, что тензор является посредником *между двумя системами координат*. Любой инженер и любой физик знает, что систем координат как физических явлений в природе нет: системы координат вводит исследователь, когда желает описать природное явление математически. Таким образом, оказывается, что тензор соединения представляет собой соединение *двух точек зрения на один и тот же неизменный объект реального мира*. Точки зрения на объекты реального мира всегда принадлежат отдельным людям, каждый из которых может выбирать свою точку зрения.

Более того, нахождение тензора преобразования, который связывает две точки зрения на один и тот же объект реальности, свидетельствует о том, что *два исследователя достигли взаимопонимания*. Является ли взаимопонимание двух исследователей *фактом физической реальности*? Мы отвечаем на этот вопрос положительно. До сих пор физические теории игнорировали в описании физической реальности сам факт существования человеческого сознания, отказывая собственному мышлению физика в существовании. Но ни один из физиков не сомневается в собственном существовании. Более того, он не сомневается в том, что обладает мышлением. Но как записать *собственные мысли физическим языком*? Это не праздный вопрос. Мы хотим уметь отличать **наши мысли** о физической реальности, которые еще далеко не адекватны ей, от самой физической реальности вне нашего сознания. Оказывается, что понятиям в индивидуальном мышлении человека и соответствуют *группы преобразований*. Эту же мысль можно выразить иначе: каждому понятию в индивидуальном мышлении соответствует *группа преобразований*. Проблема распознавания образов, процесс формирования **понятий** и есть процесс формирования *группы преобразований*. *Инвариант* этой группы преобразований и называла классическая философия термином *сущность*, а проекции этой сущности в частную точку зрения исследователя – *явлением*.

Тензорный анализ и создавался как инструмент описания закономерностей физического мира, позволяющий отличать физическую реальность от случайной точки зрения, зависящей от выбора той или иной системы координат. Теперь, когда объекты реальности нашли свое место в таблице физических величин, мы получили возможность корректно отделять *субъективную точку зрения* исследователя от самих объектов реальности. Это субъективность точки зрения и демонстрируется *тензором преобразования как понятием*.

Мы дали это разъяснение потому, что когда Г. Крон отождествил понятие *тензор* с физической величиной, то *тензор преобразования* (по определению) выпал из этого нового определения. Теперь мы видим, что это важное и нужное понятие, которое имеет самое непосредственное отношение к проблеме искусственного интеллекта.

Основная часть наших собственных работ по синтезу логических теорий в рамках комплексных научных программ выполнена до знакомства с работами Г. Крона. Это знакомство дало нам возможность выделить то общее, что приводит к одинаковым следствиям. Поскольку личные интересы автора ориентированы на выяснение термодинамических особенностей всей совокупности явлений жизни, пришлось искать такое расширение понятий физики, которое бы включало явления жизни в физическую теорию. Классическая термодинамика не включает в теорию понятие «время», а оно существенно для эволюции. Включение понятия «время» в термодинамику приводит к производным по времени от понятий термодинамики. Так мы переходим от понятия «свободная энергия» к понятию «поток свободной энергии».

Работая с понятием «поток свободной энергии», мы можем рассматривать три класса физических систем: с уменьшением потока свободной энергии, с сохранением потока свободной энергии и с ростом потока свободной энергии.

В системах с сохранением потока свободной энергии, являющихся открытыми, входящий лоток энергии равен выходящему потоку свободной энергии. Теория этого класса термодинамических систем и была первой, основополагающей работой Г. Крона в 1930 г. [23]. Фактически эта теория утверждает инвариантность потока энергии или инвариантность мощности. Постулат об инвариантности мощности не может быть обоснован никакой логической теорией. Он говорит о свойствах некоторых систем физической реальности. Этот постулат не доказывается, а принимается как свойство природы, если существуют явления природы, которые не противоречат введенному постулату. Развитая Г. Кроном теория таких систем оказалась теорией сохранения или существования живых систем. В экономических явлениях инвариантности мощности соответствует режим простого воспроизводства.

Рассматривая системы с ростом потока свободной энергии, мы можем рассмотреть закон движения таких систем, разлагая величину мощности в ряд по возрастающим степеням времени (или в ряд Тейлора, как это сделано в работе Б.Г. Кузнецова). В этом разложении в ряд полной мощности, представленной

частными мощностями выпуска отдельных продуктов, мы получим линейное приближение, соответствующее линейным экономическим моделям. Следующее приближение будет описываться 3-матрицей 2-сети, следующее за ним – 4-матрицей 3-сети, и так далее до полиэдральных сетей.

Последовательность шагов формирования теории электромагнитных явлений в электрических сетях, начинающаяся с 1-сетей «Тензорного анализа сетей», 2-сетей, рассмотренных Г. Кроном в «Неримановой динамике вращающихся электрических машин» [24], и до полиэдральных сетей диакоптики образует стальной каркас, направляющий движение к созданию искусственного интеллекта. Работы Г. Крона логичны и понятны, если следить за его логикой с первых до последних работ. Они требуют некоторой подготовки читателя, о которой и говорил Г. Крон [11]: «*Необходимая подготовка читателя*». Разумеется, всего, что встречается в жизни, не предусмотреть. Если читатель, оказавшись перед трудной задачей, которую он не может решить, в отчаянии воскликнет: «Попробую я применить диакоптику и посмотрю, действительно ли она может то, на что претендует», – он получит один из основных жизненных уроков. Он обнаружит, что прежде чем он смог бегать, ему необходимо было научиться ходить, что прежде чем он смог ходить, он должен был научиться ползать. Инженер должен сначала решать методом расчленений простейшие задачи, чтобы понять, что диакоптика дает. Затем постепенно он должен прокладывать свою дорогу, чтобы достигнуть той цели, которую он поставил перед собой. Прежде чем применять диакоптику к исследованию переходных процессов, инженер должен научиться использовать ее в исследовании установившихся процессов. Прежде чем он попытается решать по частям задачи о колебаниях, он должен приобрести опыт в решении по частям численных задач.

Заключение

Мы не призываем читателя немедленно приступить к разработке комплекса машинных систем, реализующего функцию оперативной памяти человечества. Мы полагаем, что знакомство с этой важной и нужной областью поможет ему в решении конкретных проблем, которые он решает сегодня.

Мы хотели показать, что на каждую научную проблему могут существовать самые различные точки зрения. Одной из возможных и важных точек зрения на проблему искусственного интеллекта является точка зрения автора книги – Е. А. Александрова. В ней уделено больше внимания не физическому, а математическому подобию. Известны и другие подходы к проблеме искусственного интеллекта. В настоящее время еще нет полной сводки различных подходов, и публикуемая книга найдет свое место среди них.

Я лично считаю, что все направления так или иначе будут концентрироваться вокруг подхода Г. Крона и подхода японской Ассоциации прикладной геометрии. Однако это, возможно, заблуждение. К сожалению, отмеченные мною научные направления пока недостаточно известны в нашей стране, а редакторы предшествующих изданий Г. Крона своей «снисходительной» позицией к «неразумному мальчику», который не понимает элементарных вещей, не способствовали лучшему знакомству с инженером-физиком № 1. Способствовать знакомству с этой областью будет перевод «Тензорного анализа сетей», который готовится издательством «Советское радио». Не исключено, что будут предприняты усилия по ознакомлению широких кругов инженеров с работами японской Ассоциации прикладной геометрии, возглавляемой проф. К. Кондо. Наши электротехники обеспечили перевод книги П. Димо «Узловой анализ электрических систем» (М., «Мир», 1973) (более точное название «Узловой анализ энергетических сетей»), в которой работы Г. Крона уже называются «классическими». Готовятся переводы книг Хэппа «Диакоптика и сети» и Брамеллера с соавторами «Практическая диакоптика». Несколько в стороне от этого направления, но образуя существенную часть решения проблемы, стоят работы по системному анализу С. Оптнера [26] и С. Янга [27], снабженные прекрасными предисловиями С. П. Никанорова.

Я хочу выразить свою признательность академику В. В. Парину, который с 1948 г. определил мой интерес к проблеме жизни, и моим друзьям – Р.О. ди Бартини, Г. П. Мельникову, С. П. Никанорову и Г. Н. Поварову, которые резко сократили число моих научных промахов.

Литература

1. Эшби У. Р. Схема усилителя мыслительных способностей / в кн.: Автоматы. – М.: ИЛ, 1956, с. 281–305.
2. Кузнецов Б. Г. Физика и экономика. – М.: Наука, 1967.
3. Казначеев В. П., Кузнецов П. Г. О некоторых вопросах теоретической биологии / в кн.: Вопросы патогенеза и терапии органосклерозов. – Новосибирск, 1967.
4. Kusnetzow P. G. Sputnik – Scalar // Technische Gemeinschaft: 1970, № 3. – р. 26–32.
5. Афанасьев В. Г., Чесноков В. С. – В сб.: Научное управление обществом, вып. 6. – М.: Мысль, 1972, – С. 268–331.
6. Система «Спутник 1». Методики и методические материалы. ЦЭМИ АН СССР. – М.: МГПИ им. В. И. Ленина, 1968.
7. Ньюэлл А., Шоу Дж., Саймон Г. Эмпирические исследования машины «логик-теоретик»; пример изучения эвристик / в кн.: Вычислительные машины и мышление. – М.: Мир, .1967. – С. 113–114.
8. Миллер Дж., Галантер Е., Прибрам К. Планы и структура поведения. – М.: ИЛ, 1964.
9. Евреинов Э. В., Косарев Ю. Г. Однородные универсальные вычислительные системы высокой производительности. – Новосибирск: Наука, 1966.
10. Kron G. Tensor Analysis of Networks. – N.Y., 1939.
11. Крон Г. Исследование сложных систем по частям – диакоптика. – М.: Наука, 1972.
12. Memoirs of the unifying study of basic problems in engineering sciences by means of geometry. 1955, v.1; 1958, v.2.
13. Бартини ди Р. О. ДАН СССР, 163, № 4, 1965.
14. Бартини ди Р. О. Соотношения между физическими величинами / в сб.: Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. – М.: Атомиздат, 1966. – С. 249–266.
15. Мышкис А. Д. Математика. Специальные курсы для втузов. – М.: Наука, 1971.
16. Саймон Г. Науки об искусственном. – М.: Мир, 1972.
17. Беш Г. География мирового хозяйства. – М.: Прогресс, 1966.
18. Odum H. T. Environment. Power and Society. – N.Y., 1971.
19. Подолинский С. А. Труд человека и его отношение к распределению энергии // Журнал «Слово», № 4–5, 1880. – С. 135–211.

20. Кузнецов П. Г. О возможности энергетического анализа основ организации общественного производства / в сб.: Эффективность научно-технического творчества. – М.: Наука, 1968. – С. 133–162.

21. Кузнецов П. Г. Термодинамические аспекты труда, как отношения человека к природе / в сб.: Природа и общество. – М.: Наука, 1968. – С. 298–311.

22. Афанасьев В. Г., Кузнецов П. Г. Некоторые вопросы управления научно-техническим прогрессом / в сб.: Научное управление обществом. – М.: Мысль, 1970, вып. 4. – С. 211–231.

23. Kron G. Generalised theory of electrical machinery / AIEE Trans. 1930, v.49, № 4. – p. 666–685.

24. Kron G. Non-Riemannian dynamics of rotating electrical machinery / MIT. 1934, v.13, № 2. – p. 103–194.

25. Boulding K. E. The image. – Ann Arbor, Univ. of Michigan press, 1956.

26. Оптнер С. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. – М.: Сов. радио, 1969.

27. Янг С. Системное управление организацией. – М.: Сов. радио, 1972.

28. Бартини Р. О., Кузнецов П. Г. Множественность геометрий и множественность физик. / в сб. Моделирование динамических систем – Брянск, 1974. – С. 18–29.

Кузнецов П. Г. К вопросу об организации службы научной информации¹⁹

Количество информации (имеются в виду архивы центра)²⁰ столь велико, что невозможно иметь информацию о всей имеющейся информации. В силу названного обстоятельства фундаментальной проблемой является классификация этой информации по «**степени важности**».

Каждый специалист имеет свою «шкалу важности» научной информации.

Проблемой, требующей решения, является формирование такой шкалы «степени важности», которая соответствует точке зрения руководителя центра. Точка зрения руководителя центра может быть «субъективной» или «объективной». Под название «субъективная точка зрения» подходит учет реальных «жизненных обстоятельств», которые никому, кроме руководителя центра, неизвестны. Заметим, что попытка пренебречь этой точкой зрения может привести к тому, что программу оценки с «объективной» точки зрения придется выполнять когда-нибудь кому-нибудь из «преемников» нынешнего руководителя! Это отступление, учитывающее «субъективную» шкалу оценки, мы сделали только для того, чтобы показать, что она (на первом этапе работы) может иметь большее значение, чем «объективная» шкала оценки степени важности. Наша позиция состоит в том, что руководитель должен располагать **двумя шкалами**, а выбор той или иной шкалы будет определяться реальными обстоятельствами.

Данная записка посвящается только формированию «объективной» шкалы степени важности научной информации. На уровне здравого смысла «объективная» шкала должна оценивать экономический эффект использования научной инфор-

¹⁹ Работа написана приблизительно в середине 1970-х гг. (уточненная датировка). Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том III. Правильное применение закона. – М.: РАЕН, 2015. – С. 62–69.

²⁰ Имеется в виду ВНИИЦ – Всесоюзный научно-технический информационный центр ГКНТ СССР, созданный на основании постановления Совета Министров СССР от 29.11.1966 г. № 916 (впоследствии ФГУП «Всероссийский научно-технический информационный центр», ликвидирован 05.08.2021 г.). – прим. ред.

мации для народного хозяйства страны в целом. Известно, что такая оценка в настоящее время считается «невозможной». Также считается, что и локальные эффекты использования научной информации объективно оценить «невозможно». В этой ситуации единственным выходом считается апелляция к мнению экспертов. В этом случае мы отказываемся решать проблему объективной оценки эффективности использования научной информации и передаем решение вопроса соответствующему экспертному совету.

Наша позиция состоит в том, что вопрос об объективной оценке степени важности научной информации может быть решен. Решение этой проблемы опирается на данные классической политической экономии, но выраженные через измеряемые физические величины. Последние нам нужны для четкого выделения **трех различных «экономических» величин**: «деньги», «денежный поток в единицу времени» и «рост денежного потока в единицу времени». Различие между этими тремя «экономическими» величинами состоит в том, что они имеют (как говорят физики) различную **размерность** (аналогично величинам «смещения», «скорости» и «ускорения»). Весьма любопытно, что «производительные силы», подобно силам классической физики, влияют на **величину ускорения**, т. е. на рост денежного потока в единицу времени. Название этой величины в классической политической экономии – «**прибыль**». Такое словосочетание как «наука является производительной силой» будет переводиться на язык экономики как «наука обеспечивает наибольшую величину прибыли»,

Шкала степени важности научной информации строится на использовании **двух** научных результатов:

1. умение вычислять величину «прибыли» или процента на капитал в каждом капиталовложении;
2. умение вычислять величину «учредительского дохода» или «учредительской прибыли» при использовании «новой технологии».

Как первый, так и второй результат фактически содержатся в имеющейся литературе. Наша задача в настоящей записке сделать эти результаты «доступными» или «понятными» на уровне

техника, который не очень знаком с «экономическими писанинами». В ворохе экономической литературы выловить эти «жемчужные зерна» настоящей науки довольно трудно.

Хотя по первому пункту мною и были написаны кое-какие бумаги, в этой записке мы постараемся воспроизвести их вместе, так как без первого результата (умения вычислять процент на капитал) нельзя получить второго. Именно второй результат и позволяет вычислять «цену научно-технической **идеи**».

Начнем «с конца». Нам важно определить понятие «научно-техническая **идея**». Наука наблюдает явления природы. Она не может в явлениях природы «наблюдать идеи». Результатом научного исследования является изучение тех или иных «физических эффектов», изучение тех или иных «взаимодействий между природными объектами». К числу таких «физических эффектов» можно отнести обнаружение «эффекта», что ядро урана-235 делится под влиянием нейтрона и выделяет не только энергию, но и новые нейтроны. Этот «эффект», как и другие эффекты, может лежать в архиве до скончания века. Но одному или нескольким ученым приходит в голову **идея**, что «этот эффект **полезен**» для создания сверхбомбы или получения ядерной энергии. Теперь мы, на этом примере, можем выделить то, что мы хотим впредь именовать «научно-технической **идеей**»: это указание на «некоторый физический эффект» и на «возможную область применения этого эффекта в технике».

Само понятие «эффект полезен» означает, что он «экономнее». Оценка мощности взрыва водородных бомб в мегатоннах, т. е. в миллионах тонн взрывчатого вещества позволяет сравнивать это «вещество» с миллионами тонн ежегодной добычи каменного угля и нефти. Мы не говорим о потребной технике транспортировки миллионов тонн обычной взрывчатки до цели с помощью обычных транспортных средств.

Около десяти лет тому назад мне достался вопрос о «перспективах развития химической промышленности». Я сперва посчитал этот вопрос легкомысленным: известно около миллиона химических веществ и около десяти миллионов химических реакций, каждая из которых может быть положена в основу технологического процесса. Реферативные журналы по химии каждый год расширяют этот список. Но этот вопрос приобретает

другой оттенок, если спрашивать о «функциях материалов», т. е. искать ответ на вопрос о «классах выполняемых функций».

(в рукописи отсутствует страница)²¹

Отрицание понятия «**транспорт**», т. е. «**не-транспорт**» по «определенному направлению», соответствует обыденному представлению об «**изоляции**».

Три перечисленные функции: транспорт во времени, транспорт в пространстве и изоляция (не-транспорт) – дают удобный классификатор, который дает «новую точку зрения» на смену технических средств и материалов **при сохранении функции**. Так, транспорт электроэнергии может осуществляться медным, алюминиевым, стальным проводом или танталониобиевым сверхпроводящим кабелем, но все эти материалы объединяются в **группу** своей неизменной **функцией**.

Транспорт электроэнергии дает нам «электроэнергосистему», а транспорт тепла – «теплосеть».

Капроновый тросик электронного потенциометра, являющийся каналом передачи механической энергии, может быть заменен на любой другой материал, который выполняет **ту же функцию**, но является более **экономичным**. Так мы подбираемся к **правилу**, по которому одни материалы в эволюции экономической системы сменяются другими, а одни технические средства приходят на смену другим. Но каждой **замене** предшествует некоторая **научно-техническая идея**, что данный материал или данное техническое средство выполняет **ту же функцию более экономично**.

Я боюсь превратить эту записку в «трактат», чтение которого отнимет слишком много времени. Мне хотелось показать, что вопрос об эффективной организации информационной службы далеко не безнадежен.

Располагая «идеей» функциональной эквивалентности материалов и технических средств, мы располагаем идеей

²¹ По всей видимости, отсутствующая страница содержала объяснение классификатора материалов и технических средств, с которым читатель может ознакомиться в статьях П. Г. Кузнецова, Ю. И. Стахеева «Термодинамические аспекты труда как отношения человека к природе» и П. Г. Кузнецова «Возможности энергетического анализа основ организации общественного производства», опубликованных в издании: Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том III. Правильное применение закона. – М.: РАЕН, 2015. – прим. ред.

«потребительной стоимости», т. е. идеей оценки полезного эффекта у «потребителя». Покупатель материала и технического средства фактически сравнивает эффективность выполнения одной из перечисленных **функций** (а может быть и нескольких).

Теперь мы можем спокойно вернуться в классическую политическую экономию и разобраться с так называемым «**законом стоимости**». В переводе на обычный язык этот закон действует как предписание, которое обязывает **предпринимателя** вкладывать свой **капитал** в такие предприятия, которые обеспечивают максимальный процент на вложенный капитал. Таким образом, этот закон предписывает **оценивать эффективность капиталовложений** посредством выполнения оценки ожидаемого процента на вложенный капитал. Сравнивая различные капиталовложения по величине процента на вложенный капитал, предприниматель (по закону стоимости) обязан выбрать тот, где процент на капитал максимален. Мы знаем, что предприниматели ведут себя именно таким образом, но уклоняются от максимального процента только по причине «большого риска». Это означает, что при вычислении процента на вложенный капитал остаются «плохо учтенные факторы», которые могут дать уклонение фактической величины процента на капитал от предвычисленной.

Изучение списка факторов, которые принимает в расчет предприниматель, со списком факторов, которые принимает во внимание наша «методика» оценки эффективности капиталовложений, показывает, что в нашей методике из **пяти** важнейших факторов принимаются во внимание только **три**. Пренебрежение еще **двумя факторами** и приводит к тому, что получаемая оценка находится в противоречии с объективным законом стоимости. В этом и состоит решение первой части нашей проблемы – проблемы объективной оценки эффективности капиталовложений и новой техники.

Для работы с экономическими понятиями, где часто одним термином обозначают различные величины, необходимо уточнить значение или **смысл** этих понятий и только после этого рассматривать их взаимные связи. Так, например, слово «прибыль» может обозначать абсолютную разницу между величиной

продаж и величиной затрат. При этом можно забыть упомянуть **время**, т. е. не указать, на каком интервале времени вычислялась данная величина: «часовая» разница, «суточная», «месячная» или «годовая». Отношение этой абсолютной прибыли к величине затрат можно выразить в процентах, что будет означать либо темп роста «денежного потока» на **эту же единицу времени**, либо темп сокращения. Очевидно, что интервал времени очень существенен для этого процента. 6 % роста в **час** – это не 6 % роста в **год**. Имея в течение года 8760 часов, мы можем заметить, что темп роста в **час** наверняка лежит за **пределами точности** возможного измерения.

Можно было бы зафиксировать интервал времени как величину **года** и вычислять **ежегодную прибыль в процентах**, сохраняя определение понятия «прибыль» как абсолютную разницу между суммой годовых продаж и суммой годовых затрат. И это значение может иметься в виду, когда говорят слово «прибыль» или «прибыль в процентах за год». Но при вычислении прибыли обычно учитывают либо «амортизационные отчисления», либо какой-либо их аналог как «компенсацию» за разовые капиталовложения в предприятие.

Теперь мы можем определить ту величину, которой мы будем пользоваться в вычислении «процента на вложенный капитал». Эта величина будет состоять из числителя, который дает величину «абсолютной интегральной прибыли», т. е. представляет собою разницу двух членов. Первый член – это интеграл от скорости продаж с переменным верхним пределом, соответствующим текущему времени, а нижний предел соответствует точке «начала капиталовложений». Второй член – вычитаемый из первого в числителе – это интеграл от скорости затрат с переменным верхним пределом, соответствующим точке «начала капиталовложений». Второй член можно рассматривать как **сумму** двух членов – затраты на строительство и эксплуатационные затраты при полностью исправном оборудовании (последнее в нашей методике не оговаривается). Очевидно, что до момента времени, называемого у нас сроком окупаемости, это выражение имеет отрицательное значение.

Знаменатель нашего выражения будет состоять из второго члена числителя, т. е. из интеграла от скоростей затрат, который

должен быть **умножен на интервал времени**, равный разнице между текущим верхним пределом интеграла и его нижним пределом. Отношение числителя к интегральной величине затрат дает нам, после умножения на 100%, «интегральный процент на капитал», а после деления на временной интервал в годах – «средний годовой процент на капитал». Эта величина «среднего годового процента на вложенный капитал» сама оказывается довольно сложной функцией времени. В каждом реальном капиталовложении она может **три раза пересекать** нулевое значение, т. е. может аппроксимироваться полиномом третьей степени.

Этот существенно нелинейный характер поведения «процента на капитал» требует поиска такой точки **на оси времени**, когда этот «средний годовой процент на вложенный капитал» достигает **максимального значения**. Результатом этого изучения является ответ на **два вопроса**:

1. Через сколько времени после начала капиталовложений величина среднего годового процента на капитал достигнет максимального значения?
2. Каково численное значение среднего годового процента на капитал в этой точке максимума?

Проведенное рассмотрение мы будем иллюстрировать **двумя** схемами: первая схема охватывает обычную схему «оценки эффективности через срок окупаемости». Вторая схема (отличающаяся от первой двумя дополнительными факторами) соответствует описанной выше функции поведения среднего годового процента на вложенный капитал. Сводка расчетных формул приведена на третьем листе. Этот лист и показывает две дополнительные функции времени, которые необходимо учитывать, но о которых ничего не говорится в действующей методике.

Юридическим документом, закрепляющим авторство за научно-технической идеей, является патент или лицензия. Используется также особая форма типа «ноу-хау» – «знаю как». Все эти формы научно-технических идей продаются и покупаются. Продажная цена этой формы научно-технических идей предопределяется величиной так

называемого «учредительского дохода» или «учредительской прибыли». Эти понятия не встречаются в нашей экономической литературе.

Поскольку теперь мы знакомы с вычислением ожидаемого среднего процента на вложенный капитал, то мы можем вычислять ожидаемый средний процент на капитал по **любой новой технологии**. Продажная цена определяется тем, что новый материал будет выполнять ту же функцию **дешевле**, что обеспечивает переход покупателей со старого продукта на новый. Затраты также вычисляются по приведенному способу. В этом случае новый прием или продукт принимается, если он дает процент на вложенный капитал выше среднего (этот процент считается равным около 6% годовых; министерство обороны США гарантирует военной промышленности 8% годовых от себестоимости, чем и объясняется заинтересованность военно-промышленного комплекса в военных заказах; я уже не говорю, что «легкое жульничество» позволяет изменить эту официальную прибыль с 8% годовых до 15–20% годовых).

Некоторые новые продукты дают ожидаемый процент на капитал свыше 50–100% годовых, что и позволяет получать названный выше «учредительский доход или прибыль».

Акционерное общество или фирма может осуществлять новое капиталовложение либо по кредиту банка (т. е. за 6% годовых), или выпускать **акции**. Акция представляет собою документ, который указывает величину вкладываемого капитала (номинал акции). Акция дает право владельцу получать **дивиденды** или некоторый процент на вложенный капитал. В зависимости от величины выплачиваемых фирмой дивидендов меняется продажная цена акций на бирже. Если фирма платит 6% годовых, то акции продаются по номиналу. Если дела фирмы идут хорошо, и она платит 12% годовых, то акция с номиналом в 100 долларов может быть продана на бирже за 200 долларов. Короче говоря, продажная цена акций предопределяется величиной дивидендов.

При потребности в капиталовложении в 10 миллионов долларов, которые будут в среднем давать 6% годовых, фирма может выпустить акций на 10 миллионов долларов и платить

указанные дивиденды. Однако если ожидаемая прибыль 60 % годовых, то фирма может при той же потребности в капиталовложениях в 10 миллионов долларов выпустить акций на 100 миллионов долларов, а затем на каждую акцию платить 6 % годовых. 90 миллионов долларов, которые фирма получает за выпущенные акции и которые она практически ни на что не расходует, образуют «учредительский доход» или «учредительскую прибыль». Если приобретение патента на этот способ производства обойдется фирме в 2 миллиона долларов, то она получает 88 миллионов долларов чистого учредительского дохода. Вся сумма в 90 миллионов долларов и образует **цену научно-технической идеи**, заключенной в патенте, лицензии или в «ноу-хау», т. е. в некотором «секрете технологии».

Мы видим, что учредительский доход или «цена идеи» зависят от двух факторов – от превышения величины среднего процента на капитал и от широты распространения новой технологии, т. е. от широты рынка на результат данного процесса.

Теперь мы можем вернуться к «нашим баранам». Очевидно, что было бы здорово, если бы информационная служба ВНИЦцентра могла располагать таким списком предложений с указанием значимости каждого научно-технического результата в виде аналога «учредительского дохода». Но мы не готовы к созданию такой научной информационной службы. Это работа длительная, хотя какие-то (лежащие на поверхности) научные результаты могли бы продемонстрировать эффективность нового научного руководства центром. Учитывая эти обстоятельства, я и хотел обратить внимание на то, что так называемая «субъективная» стадия оценки на первых этапах гораздо важнее, чем описанная выше «синица в небе». Однако само наличие этой «синицы в небе» делает работу по организации центра более целеустремленной и более результативной.

Эта бумажка дает возможность на досуге подумать о перспективах развития центра. Может быть, все это бред, так как я не папа римский и не обладаю статусом «папской непогрешимости».

Кузнецов П. Г., Чесноков В. С.

Методические вопросы совершенствования расчетов эффективности капитальных вложений и новой техники²²

Закон стоимости предписывает капиталисту такое поведение, которое требует вложения капитала лишь в те предприятия, которые максимизируют «процент на капитал». Эта максимизация процента на вложенный капитал воспринимается капиталистом как «личная цель».

Рассмотрим более тщательно процедуру вычисления процента на капитал в условиях классической политической экономии, а затем сравним эту процедуру с процедурой вычисления срока окупаемости.

В условиях научно-технического прогресса, связанного с крупномасштабным внедрением новейшей управленческой техники и автоматизированных систем управления, доказано, что главная роль в процессах управления – от постановки целей до их практической реализации – принадлежит не техническим средствам, а человеку и его возрастающим возможностям [1].

Человек – главная и, по существу, единственная производительная сила общества. Техника, наука и организация – лишь средства, с помощью которых человек увеличивает возможности обеих рук и своего интеллекта.

В условиях создания и внедрения автоматизированных систем управления производством и строительством особо важную роль приобретает совершенствование методов оценки эффективности капиталовложений и новой техники.

До сих пор мы имеем только один способ такой оценки в виде так называемого «срока окупаемости» [2]. Известно также, что кроме его численного выражения к оценке проектов применяется целый ряд других соображений внеэкономического характера. Эти дополнительные соображения корректируют оценку, полученную вычислением срока окупаемости, на принятие во внимание соображения общего характера.

²² Работа написана в 1976 г. Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том III. Правильное применение закона. – М.: РАЕН, 2015. – С. 71–82.

Между тем, весьма распространенная оценка типа срока окупаемости, сыгравшая важную положительную роль 15–20 лет тому назад, в настоящее время уже не может служить критерием эффективности капиталовложений.

Ограниченная применимость «срока окупаемости» из-за отсутствия учета «времени строительства» уже неоднократно обсуждалась в экономической литературе. Этот разбор фактора «времени строительства» привел к понятию замораживания средств в условиях незавершенного строительства.

Десятая пятилетка, которая должна стать «пятилеткой качества», обращает внимание на конечный срок службы каждого изделия и каждого промышленного объекта. Этот второй фактор также не учитывается в классическом выражении оценки эффективности по сроку окупаемости.

Необходимость учета этого вектора в настоящее время стала очевидной, но весь вопрос в том, как именно должна быть изменена формула оценки эффективности капиталовложений, чтобы учесть новые факторы. Настоящая статья посвящена этому изменению метода оценки эффективности капиталовложений.

Известно, что объективный исторический закон развития мировой экономической системы состоит в неуклонном росте производительности труда во всей системе общественного производства. Этот закон роста производительности труда, являясь объективным законом исторического развития, не воспринимается капиталистом как закон.

К. Маркс показал, что его действие вне зависимости от воли и желаний капиталистов в условиях товарно-денежных отношений проявляется как закон стоимости. «Задача науки состоит именно в том, чтобы раскрыть, как закон стоимости прокладывает себе путь» [3].

Закон стоимости как следствие закона роста производительности труда предписывает капиталисту такое поведение, которое требует вложения капитала лишь в те предприятия, которые максимизируют «процент на капитал». Эта максимизация процента на вложенный капитал воспринимается капиталистом как «личная цель».

Погоня предпринимателей за максимальной прибылью, за максимальным процентом на капитал предопределяет все взаимоотношения людей в капиталистическом мире.

«Обеспечьте 10 процентов, и капитал согласен на всякое применение, при 20 процентах он становится оживленным, при 50 процентах положительно готов сломать себе голову, при 100 процентах он попирает все человеческие законы, при 300 процентах нет такого преступления, на которое он не рискнул бы, хотя бы и под страхом виселицы» [4].

Рассмотрим более тщательно всю процедуру вычисления процента на капитал в условиях классической политической экономии, а затем сравним эту процедуру с процедурой вычисления срока окупаемости.

Прежде всего, все показатели, необходимые для вычисления оценки эффективности капиталовложений в новое строительство, новую технику или новую технологию, разделим на две большие группы: дифференциальные и интегральные показатели.

Дифференциальные показатели показывают текущее значение величин в определенный момент времени t . Интегральные, кумулятивные или накопленные показатели показывают значения величин за определенный интервал времени T . Примером интегрального показателя может являться не только величина капиталовложений, но и средства, израсходованные на определенный текущий момент времени, хотя сам производственный объект еще в эксплуатацию не сдан. Отдельные составляющие сложных экономических показателей (например, статьи расходов в калькуляции себестоимости продукции) также могут рассматриваться в дифференциальной и интегральной форме. Мы не делаем этого в данной работе, только чтобы не усложнять последующее изложение.

Следует особо подчеркнуть, что вопрос о соотношении между текущими и кумулятивными, интегральными показателями уже неоднократно поднимался в советской литературе [5] и в работах зарубежных авторов [6].

Процесс оценки эффективности капиталовложений в новое предприятие (в новую технику, новую технологию и т. п.) можно представить состоящим из нескольких отдельных стадий, связанных с расчетом соответствующих показателей.

Первая стадия – установление величины капиталовложений и срока строительства. Результатом этой оценки является

полная величина капиталовложений и срок ввода объекта в эксплуатацию. Более точно было бы начинать новый проект от момента исследований, разработок и проектирования. Однако, как правило, суммарные затраты на исследования, разработки и проектирование составляют совсем незначительную часть от объема капиталовложений в строительство объекта. Поэтому мы не выделяем данный фактор и рассматриваем его как часть единовременных капитальных затрат, хотя совершенно ясно, что к моменту начала строительства должны быть завершены все исследовательские и проектные работы.

Вторая стадия состоит из установления (в условиях нового оборудования) величины продаж или объема реализуемой продукции. Величина продаж определяется произведением прогнозируемой оптовой цены продукции на скорость ее выпуска в единицу времени.

Третья стадия – установление величины эксплуатационных затрат, характеризующейся эксплуатацией нового, полностью исправного оборудования, не требующего никакого ремонта, представляет собой чистое обслуживание.

Если окончить анализ на этой стадии, то вычисленные на этих трех стадиях дифференциальные и интегральные величины будут графически выглядеть следующим образом (рис. 1).

Рассматривая этот график, видно, что до момента завершения строительства предприниматель несет только затраты. В момент пуска предприятия мы получаем в дифференциальной и интегральной форме две новые составляющие: одна иллюстрирует продажи и расположена над осью времени, а другая – эксплуатационные затраты и расположена под ней. Когда интегральная сумма продаж оказывается равной интегральной сумме затрат, состоящих из суммы капиталовложений и накопленных эксплуатационных затрат, то есть когда площадь над осью времени делается равной площади под осью времени, наступает момент, известный как «срок окупаемости». В нашей экономической литературе он отсчитывается не от начала строительства, а от момента ввода объекта в эксплуатацию.

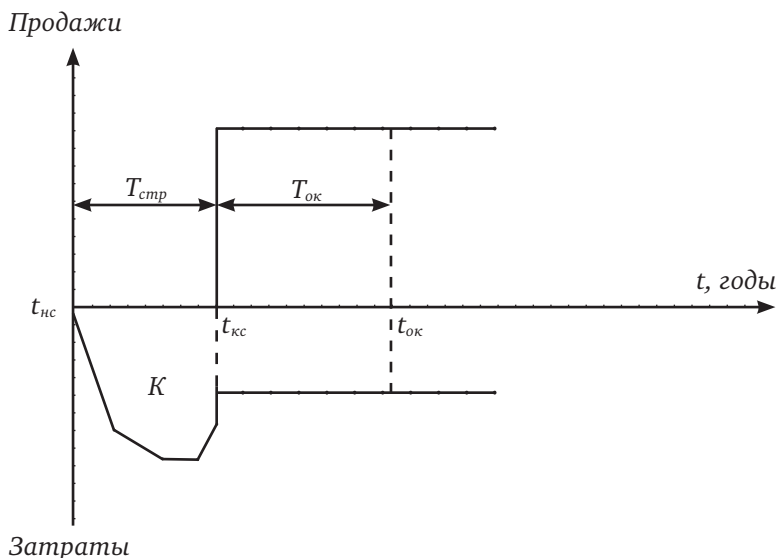


Рис. 1

$t_{н.с.}$ – момент начала строительства, $t_{к.с.}$ – момент завершения строительства, $t_{ок.}$ – момент наступления окупаемости, $T_{стр.}$ – время строительства, $T_{ок.}$ – срок окупаемости, K – капиталовложения

Если остановиться в этом месте, то... в этой точке процент на капитал равен нулю. Очевидно, что для вычисления процента на капитал нам необходимо продолжить наш график по оси времени на более отдаленный срок. Это «продолжение» можно сделать двумя путями, допустив, что:

1. величина продаж и величина эксплуатационных затрат не зависят от времени, то есть остаются постоянными;
2. помимо основных линий «величины продаж» и «величины эксплуатационных затрат», появляются две дополнительные линии.

Одна из них характеризует снижение величины продаж из-за нарастающих простоев неисправного оборудования, а другая – увеличение эксплуатационных затрат из-за роста расходов на ремонт неисправного оборудования.

Таким образом, *четвертая стадия* состоит из установления величины простоев неисправного оборудования. Любое конкретное оборудование, как бы оно хорошо ни было изготовлено, с определенного момента времени начинает выходить из строя и простаивать. Это приводит к снижению выпуска продукции и сокращению величины продаж.

Пятой стадией является определение затрат на ремонт неисправного оборудования. Рост простоев оборудования потребует увеличения затрат на ремонт. Они, то есть затраты на ремонт, зависят от конструктивных особенностей оборудования и видов неисправностей и могут существенно превосходить обычные эксплуатационные расходы. Оценка нарастания времени простоев оборудования из-за неисправностей требует особых методов анализа, получивших известность как «анализ надежности».

Пять перечисленных стадий характеризуются вычислением пяти соответствующих показателей в их дифференциальной и интегральной формах, представленных в таблице 1.

Таблица 1. Основные величины, необходимые для расчета экономической эффективности капиталовложений и новой техники

№	Наименование показателя	Дифференциальная величина	Интегральная величина
1	Капитальные вложения	$k(t)$	$K = \int_0^t k(t)dt$
2	Величина продаж	$r(t)$	$R = \int_0^t r(t)dt$
3	Эксплуатационные затраты	$e(t)$	$E = \int_0^t e(t)dt$
4	Снижение продаж из-за простоев неисправного оборудования	$\pi(t)$	$\Pi = \int_0^t \pi(t)dt$
5	Затраты на ремонт неисправного оборудования	$u(t)$	$U = \int_0^t u(t)dt$

Графическое представление пяти стадий и, соответственно, всех пяти показателей в их дифференциальной и интегральной формах представлено на рис. 2

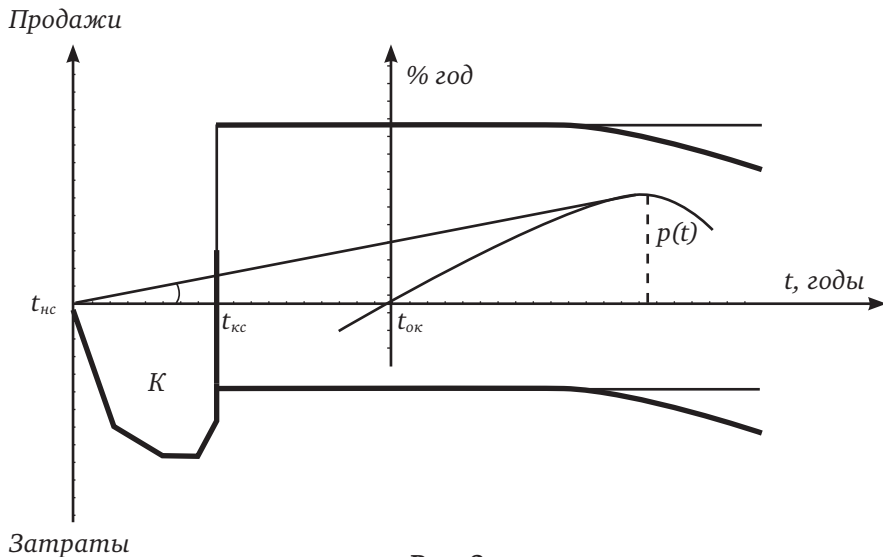


Рис. 2

Рис. 2 является дальнейшим «развитием» рис. 1. Если брать текущие значения ординат любой из пяти кривых (любого из пяти показателей), то мы получим их дифференциальные значения или величины.

Если же будем вычислять суммарные, кумулятивные значения, то получим их интегральные характеристики. Интересующую нас величину процента на капитал, которая вычисляется по представленным на рис. 2 пяти функциям, можно записать в следующем виде:

$$p(t) = \frac{\left[\int_0^t r(t) dt - \int_0^t \pi(t) dt \right] - \left[\int_0^t k(t) dt + \int_0^t e(t) dt + \int_0^t u(t) dt \right]}{t \cdot \left[\int_0^t k(t) dt + \int_0^t e(t) dt + \int_0^t u(t) dt \right]} \quad (1)$$

или

$$p(t) = \frac{[R - \Pi] - [K + E + U]}{t \cdot [K + E + U]} \quad (2)$$

Поскольку такие расчеты не могут быть выполнены чисто аналитическими средствами из-за малой неопределенности поведения самих функций, то эту интегральную характеристику заменяют численным расчетом. В формулах (1), (2) в знаменателе стоит время t , а не $(1+p)^t$ по той простой причине, что такое уточнение практически не изменяет результатов расчета.

Вычисление процента на капитал показывает, что процент на капитал проходит от отрицательных значений через нуль в момент достижения срока окупаемости, в некоторый момент достигает максимума, а затем снова начинает снижаться до нуля и отрицательных значений.

В соответствии с законом стоимости в тот момент, когда процент на капитал достигает максимального значения, предприниматель обязан прекратить эксплуатацию оборудования или к этому самому моменту обеспечить ввод нового предприятия.

Точка, в которой процент на капитал достигает максимума, является важнейшим политэкономическим понятием, искомой величиной. Во всех остальных точках мы имеем дело с функцией процента на капитал от времени. Неумение находить этот момент на оси времени, в котором процент на капитал достигает максимального значения, не дает возможности оценить экономическую целесообразность снятия устаревшего оборудования с эксплуатации.

Как было показано выше, срок окупаемости представляет собой такой момент времени, когда площадь над осью времени делается равной площади под осью времени (см. рис. 1). Если мы продолжим линии на рис. 1 до момента времени, когда накопленная сумма продаж окажется в два раза больше, чем накопленная сумма затрат, то получим новое понятие, так называемое «время удвоения». Для практики (с точностью до 5% относительных) удобна формула:

$$\text{«время удвоения»} \times \text{«годовой процент на капитал»} = 72$$

$$T_2 = \lg 2 / \lg(1+p) \rightarrow pT_2 \approx 0,72$$

Эта формула означает, что если вложенные средства удваиваются за 4 года, то процент на капитал составляет 18% в год. При 6% в год соответствующее время удвоения составляет 12 лет.

Время удвоения – это не срок окупаемости; за интервал времени удвоения выполняются следующие экономические фазы:

1. объект капиталовложений – построен;
2. объект капиталовложений – окупил себя;
3. объект капиталовложений – дал удвоенное поступление относительно полных затрат.

Таким образом, время удвоения состоит из суммы трех времен: времени строительства, срока окупаемости, времени наработки второго рубля.

Несмотря на то, что такая оценка расширяет шкалу сравнения проектов капиталовложений, она до сих пор не используется, хотя «по индукции» можно было бы дать следующую шкалу:

- срок, через который вложенные средства вернулись;
- срок, через который вложенные средства удвоились;
- срок, через который вложенные средства утроились, и т. д.

Если по первым двум показателям объекты оказались тождественными, используем третий показатель и так далее до тех пор, пока один из проектов не получит лучшей оценки. Это исключает произвол в дополнительной аргументации и точно предписывает вычислительному комплексу программу вычисления интересующей нас оценки эффективности капиталовложения.

Рассмотрим условный пример, на котором покажем расчеты эффективности вариантов и влияние различных факторов на эти расчеты. Строится тепловая электростанция с номинальной мощностью 2,4 млн. кВт, работающая 6000 ч. в год. На собственные нужды (на станцию и высоковольтную распределительную сеть) станция забирает 10% генерируемой мощности, что эквивалентно полезной работе 5400 ч. в год. Эксплуатационные расходы приняты равными 20 руб./кВт в год. Капиталовложения приняты равными 150 руб./кВт. Срок строительства станции принят равным 4 годам – с затратами 70, 100, 120 и 70 млн. руб. по годам от первого до четвертого года строительства. Все эти данные можно представить графически, так же как на рис. 1.

Первая вертикальная черта на отметке 8,4 года после начала строительства характеризует точку срока окупаемости, хотя по действующей методике время строительства не входит в оценку срока окупаемости. По действующей методике оценка

срока окупаемости равна 4,4 года, то есть характеризует проект как весьма экономичный.

Поскольку мы хотели расширить оценки до величины срока удвоения, то есть до величины, когда продажи в два раза больше величины затрат, то мы продолжили расчет и обнаружили, что время удвоения наступит через 25,2 года. Эта оценка позволяет вычислить величину, которая принята для оценки эффективности проектов в зарубежной практике и известна как процент на капитал. Вычисленная численная оценка оказалась лежащей в пределах от 3 до 4% годовых.

Мировая практика считает проекты капиталовложений неэффективными, если процент на капитал менее 5% в год. Это расхождение с мировой практикой показывает, что принятая методика оценки эффективности как минимум нуждается в новом пересмотре, так как она может приводить к ошибочным выводам.

С другой стороны, предлагаемое расширение методики с учетом времени удвоения вложенных в промышленный объект средств оказывается более согласующимся с мировой практикой оценки эффективности капиталовложений.

Теперь представим себе, что отпускная цена за один кВт×час изменена с одной копейки до двух, что не очень далеко уходит от истины. В этом случае время удвоения оказывается равным 8,4 года, что приводит к проценту на капитал 8,6% в год. Эта цифра более или менее близка к реальности, но она получена в предположении, что станция имеет потребителя на 6000 часов в год.

Если реальный потребитель использует полную мощность станции только на 5000 часов в год, то экономические показатели из-за отсутствия спроса на электроэнергию изменятся, и время удвоения будет равно 10 годам, а процент на капитал станет равным 7,3% в год. Мы потеряли 1,3% годовых в данном случае из-за плохой балансировки электрических мощностей с потребителями энергии.

В приведенном примере разбора эффективности мы хотели показать, что в рамках социалистической экономики эффективность общественного производства существенно определяется балансом мощности.

Допустим теперь, что наша станция нагружена в год не 6000 ч., а 8000 ч. (какое должно быть оборудование!). В этом случае ежегодные продажи составят 345 млн. руб. в год (по цене 2 коп. за кВт×час). Время удвоения делается равным 6,1 года, а процент на капитал – 11,8% годовых.

Обратим внимание, что все время рассматривается одна и та же станция: мощностью 2,4 млн. кВт, 10% потребляет на собственные нужды и имеет эксплуатационные расходы 20 руб./кВт, капиталовложения приняты 150 руб./кВт.

Нами рассмотрено влияние на эффективность изменения цены на электроэнергию (два варианта: по 1 коп. и по 2 коп. за кВт×час), изменения числа часов работы в году, с учетом наличия потребителя. Колебания процента на капитал – от 7,3% до 11,8%, то есть разница между ними в 4,5% оказалась в прямой зависимости от графика нагрузки станции.

Таблица 2.

p	$\ln 2 / \ln(1+p)$	$0,72/p$	
0,01	69,66072	72	-0,03249
0,02	35,00279	36	-0,0277
0,03	23,44977	24	-0,02293
0,04	17,67299	18	-0,01817
0,05	14,2067	14,4	-0,01342
0,075	9,584359	9,6	-0,00163
0,1	7,272541	7,2	0,010075
0,125	5,884949	5,76	0,021693
0,15	4,959484	4,8	0,033226
0,175	4,298103	4,114286	0,044678
0,2	3,801784	3,6	0,056051
0,225	3,415513	3,2	0,067348
0,25	3,106284	2,88	0,078571
0,275	2,853089	2,618182	0,089722
0,3	2,641927	2,4	0,100803
0,325	2,463101	2,215385	0,111816
0,35	2,309685	2,057143	0,122764
0,375	2,176602	1,92	0,133647
0,4	2,060043	1,8	0,144468

Полученный результат позволяет думать, что темпы роста производительности труда в зависимости от баланса мощности во всех отраслях народного хозяйства могут меняться подобным образом. Фактически это означает, что мы располагаем «скрытым резервом» повысить темп роста производительности труда на 30–40%. Мы полагаем, что это и есть важнейший компонент проектируемой системы управления для энергетики.

Проведенный анализ целесообразности капиталовложений с точки зрения закона стоимости не может быть оставлен без внимания экономической наукой развитого социалистического общества. Растущий торговый обмен с мировым хозяйством требует дальнейших исследований для получения надежных экономических оценок эффективности капиталовложений и новой техники.

Связь между процентом на капитал и ростом производительности труда в системе общественного производства может быть легко прослежена при вычислении «среднего процента на капитал» по всем капиталовложениям. Этот «средний процент на капитал» и составляет «средний процент роста производительности труда» в системе общественного производства.

Приходится отметить, что действующие способы оценки роста производительности труда не всегда согласуются с общим показателем. Например, производительность труда ремонтных рабочих в автохозяйствах измеряется числом тонно-километров пробега обслуживаемого автопарка. Если оставить только одного ремонтного рабочего, то мы получим заметный рост указанного показателя. Но возрастет ли при этом на самом деле производительность труда?

Понятно, что теперь десятки или сотни машин останутся неисправными, и общая наработка на одну списочную автомашину заметно снизится. Однако принятый способ вычисления приводит к тому, что этот показатель, увеличиваясь в одном месте, приводит к снижению производительности труда по отрасли в целом.

Приведенные соображения указывают на необходимость организации комплексной научной программы, которая должна связать показатели роста производительности труда на отдельных предприятиях с показателем темпов роста производительности труда в народном хозяйстве.

Принимая принятые цифры темпов роста производительности труда в 6% в год, мы тем самым фиксируем время удвоения производительности труда – 12 лет. Это означает, что через 12 лет в среднем по всей стране производительность труда удваивается.

Такое удвоение производительности труда действительно будет иметь место, если каждый проект новостройки действительно имеет не срок окупаемости, а время удвоения вложенных средств, меньшее или равное 12 годам. Каждый проект, в котором этот показатель не выдерживается, приводит к снижению темпов роста производительности труда.

Настоящая статья не преследует цели предложить готовое решение всех проблем с решением вопроса об эффективности капиталовложений. Она только точнее формулирует проблему, которая ждет своего решения коллективной работой экономистов и создателей новой техники. Мы полагаем, что использование понятия «время удвоения» окажется полезным в развитии экономической теории.

Литература

1. В. Афанасьев, Б. Мильнер. Реальности современного управления. «Коммунист», 1976, № 1, с. 105–113.
2. Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., «Экономика», 1969.
3. К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч., т. 32, с. 461.
4. Там же, т. 23, с. 770.
5. И. Г. Струмилин. Фактор времени в проектировках капитальных вложений. Известия АН СССР. Отделение экономики и права, 1946, № 3, с. 195–215; А. С. Астахов. Динамические метода оценки эффективности горного производства. М., «Недра», 1973; В. Красовский Интегральный эффект и фактор времени. «Вопросы экономики» 1974, № 8, с. 3–13; В. Красовский Внедрение передового опыта – важное условие ускорения строительства. «Коммунист», 1975, № 12, с. 41–51.
6. Р. Зейлер. Повышение эффективности исследований и разработок. М., «Прогресс», 1967; Эрих Янч. Прогнозирование научно-технического прогресса, – М., «Прогресс», 1974; А. Холл. Опыт методологии для системотехники. – М., Сов. радио 1975.

Афанасьев В. Г., Кузнецов П. Г.

Системность и некоторые проблемы оптимизации управления²³

Идеалом управления является создание и функционирование оптимальных систем управления. Но что значит оптимальная система управления? Оптимальная – значит наилучшая с точки зрения определенного критерия оптимальности. В простейшем, общем случае оптимальна система, которая в данных условиях при наименьшей затрате ресурсов – человеческих, материальных, энергетических – обеспечивает решение задачи в кратчайшие сроки. Разумеется, нередко сам срок решения может быть и бывает главной целью задачи: если цель очень важна, то с ресурсами не считаются. И в этом случае система, обеспечивающая достижение цели в срок, является оптимальной. Но такой оптимум не правило, а исключение.

Существуют математические и иные методы оптимизации управления, однако рассмотрение их не наша задача. Мы хотели бы выявить прежде всего социальную суть оптимизации.

1. Экономия времени – суть оптимизации

Нам представляется, что сущностью оптимизации управления является экономия времени. С другой стороны, совершенствование, оптимизация управления есть наряду с научно-технической революцией и повышением квалификации и образования трудящихся средство экономии времени.

Время – важная характеристика материи вообще и социальной материи в особенности. Ведь человек, коллектив, класс, нация, государство, общественно-экономическая формация исторически преходящи, действуют в определенных интервалах времени, имеют начало и конец, зарождаются и становятся, развиваются и расцветают. Социальной материи, системам, к ней принадлежащим, присущи свои ритмы и темпы, временная последовательность и согласованность событий.

²³ Работа написана в 1981 г. Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том III. Правильное применение закона. – М.: РАЕН, 2015. – С. 310–327.

Социальное время имеет собственную организацию, структуру. Полное время бытия человека, социальной системы – совокупное время. Понятием совокупного времени оперирует историческая наука, которая ведет точную хронологию жизни личностей, народов, государств. В других науках, и прежде всего в марксистской экономической науке, совокупное время чаще всего понимается как время суток (24 часа), недели, месяца, года или пятилетия, заполненное различными видами трудовой и внеуродовой деятельности человека (социального коллектива).

Совокупное время, которым располагает трудящийся в социалистическом обществе, подразделяется на рабочее и нерабочее. Рабочее – это время, которое человек трудится, производит потребительные стоимости, средства к жизни. В свою очередь, рабочее время подразделяется на необходимое и прибавочное. Необходимое рабочее время – это та часть рабочего времени, которая тратится для создания продукта, потребного для воспроизводства физических и духовных сил трудящегося и его семьи. Прибавочное рабочее время – это та часть рабочего времени, которая используется на создание продукта, нужного для расширения производства, удовлетворения общественных потребностей (содержание государственного аппарата, оборона, резервы и т. п.).

Соотношение между необходимым и прибавочным рабочим временем изменяется. С развитием социализма, прогрессом науки и техники, совершенствованием управления производительность труда растет, что приводит к сокращению рабочего времени в целом, а в его рамках – необходимого рабочего времени.

Рабочее время в социалистическом обществе выступает не только как решающий фактор производства, но и как мера труда, причем мера как прошлого, овеществленного труда, так и труда живого, мера труда работников как производственной, так и непроизводственной сферы.

Другая часть совокупного физического времени человека – внеуродое время, т. е. время, свободное от непосредственного труда в сфере производства. Часть внеуродоего времени затрачивается на переезд к месту работы и обратно, сдачу смены и т. д.,

часть – на заботу о быте, уход за детьми, на сон, питание и т. д., т. е. на удовлетворение естественных потребностей человека. Та же часть вне рабочего времени, которая остается после выполнения человеком производственных, семейных обязанностей, удовлетворения физических потребностей, представляет собой свободное время трудящегося. Оно затрачивается на учебу, повышение квалификации, общественную работу, отдых, досуг, т. е. на развитие самого человека.

Согласно К. Марксу, свободное время необходимо трудящемуся «для образования, для интеллектуального развития, для выполнения социальных функций, для товарищеского общения, для свободной игры физических и интеллектуальных сил...». Эту же мысль высказывал и В. И. Ленин, отмечавший, что сокращение рабочего времени необходимо трудящимся для своего развития, для использования своих прав как человека, как семьянина, как гражданина.

К. Маркс различал рабочее время индивида и рабочее время общества, а также свободное время индивида и «свободное время для общества». Обычно полагают, что как масса рабочего времени, так и масса свободного времени общества в конечном счете складывается из рабочего и свободного времени индивидов, что в общем не вызывает сомнений. Вместе с тем, общественное время, как рабочее, так и свободное, не есть простая сумма времени индивидов, а их синтез, определяемый характером общественного строя, уровнем развития материальной и духовной культуры общества.

Экономя свободное время, общество тем самым экономит время индивидов, и, наоборот, экономя собственное время, индивид вносит свой вклад в экономию общественного времени.

Время – мощный социальный фактор, а экономия времени, как рабочего, так и свободного, – важный показатель эффективности производства, жизнеспособности всей общественной системы, показатель прогресса и общества и личности. «Как для отдельного индивида, так и для общества, – писал К. Маркс, – всесторонность его развития, его потребления и его деятельности зависит от сбережения времени». Всякая экономия в конечном счете сводится к этому. Почему так? Да потому, прежде всего, что материальный и духовный потенциал общества определя-

ется в первую очередь уровнем развития его производительных сил, как вещественной, технико-технологической, так и человеческой его сторон, а уровень этот в свою очередь измеряется количеством и качеством материальных ценностей, произведенных в единицу времени, уровнем производительности труда. Время рабочее – это время производства средств к жизни, и, чем меньше времени затрачивается на изготовление единицы продукции, тем, с одной стороны, больше средств к жизни получают общество и человек, а с другой – тем больше человек получит свободного времени для собственного развития, повышения уровня квалификации и культуры. А повышение уровня профессионального мастерства и общей культуры человека опять ведет к повышению производительности труда, к экономии рабочего времени, к росту объема и качества средств, нужных для удовлетворения материальных и духовных потребностей человека. И этот процесс непрерывен.

Но ведь именно в этом, во все более полном обеспечении потребностей людей, в создании условий для всестороннего развития личности и состоит цель социалистического производства, само назначение общества развитого социализма, а равно и управления этим производством, обществом.

Оптимизировать, интенсифицировать управление обществом, каждым отдельным его звеном – значит создать такую систему управления, которая обеспечила бы достижение этой генеральной цели. Но нет другого пути достижения этой цели, нежеле экономия времени. Потому бесспорно, что оптимизация управления есть процесс, направленный на экономию времени.

Оптимальное управление в обычном, общепринятом его понимании – это достижение цели с наименьшими затратами. Но ресурсы, их экономия – это в конечном счете экономия времени. Сэкономить трудовые ресурсы – значит прямо, непосредственно сэкономить рабочее время и использовать его для производства другой продукции. Сэкономить материальные ресурсы означает опять-таки сэкономить время, затраченное на их производство. И тогда экономия рабочего времени выступает не прямо, а опосредствованно, через продукты, произведенные в это время; здесь речь идет об экономии «овеществленного» времени. Сэкономить финансы, наконец, означает опять-таки

экономить время, но уже дважды опосредствованное – через вещи, произведенные в данное время, и через вещи, воплощенные в деньгах.

Время – это темпы, ритмы, скорости, а разве оптимизация управления не направлена на повышение темпов, ускорение ритмов, увеличение скоростей? Ведь чем выше темпы, учащенные ритмы, больше скорости, тем уплотненнее становится время, тем весомее каждая его единица, тем больше человек, общество произведут, свершат в единицу времени.

Время, точнее, степень, мера экономии времени, таким образом, выступает как важный, если не важнейший, показатель эффективности, оптимальности деятельности человека, коллектива, общества, оптимальности социального управления, которое в сущности своей и есть управление человеком, коллективом, обществом. Обычно в качестве оптимума используются различные показатели, измерители: сроки выполнения задачи, сроки окупаемости вновь сооруженных объектов, минимизация затрат. Когда речь идет о сроках, экономия времени выступает как непосредственный измеритель эффективности. В случае материальных затрат – как конечный показатель, поскольку они заключают в себе определенный объем времени, затраченный на их изготовление. Они, повторяем, овеществленное время.

Итак, чем «плотнее» единица времени, чем больше ценностей, материальных и духовных, производится в ее рамках, тем выше уровень развития производства, общества, тем эффективнее, оптимальнее управление ими. Такова общая формула, отражающая связь уровня прогресса общества и личности, эффективности, оптимальности управления. Однако эта, как и всякая другая, формула схематизирует, упрощает существо вопроса. В социальной действительности дело обстоит гораздо сложнее. Высокий уровень производства, высокая степень экономии времени – необходимый, но еще недостаточный показатель эффективности управления.

В ряде стран капитализма уровень производства высок, степень экономии времени в материальном производстве тоже высока. Но это отнюдь не свидетельствует о высокой степени эффективности, а тем более об оптимальности управления производством, обществом. Мало того, в силу господства частной

собственности, рыночной стихии, законов анархии и конкуренции управление капиталистическим производством в целом в принципе невозможно. Экономия времени здесь осуществляется в результате использования новейших достижений науки и техники, а также оптимизации управления в рамках отдельных предприятий, монополий, трестов. Порядок, рационализм в управлении на низших уровнях производства здесь уживается с беспорядком на высших уровнях, с неуправляемостью производства в целом, что находит свое выражение в кризисах и безработице, инфляции и дороговизне.

И уж тем более немислимо говорить об оптимизации управления капиталистическим обществом в целом, в совокупности его экономических, социально-политических и духовных отношений. Трудящиеся здесь экономят время, но значительной частью этой экономии пользуются те, кто владеет собственностью и властью, хотя в результате борьбы против эксплуататоров материальный уровень части трудящихся ныне достаточно высок.

Вообще нельзя сводить эффективность управления к его экономической эффективности, к экономии только рабочего времени. Важно, чтобы экономия рабочего времени приводила к росту свободного времени, которое является «пространством» для развития личности. А этого-то при капитализме как раз и не происходит. Экономия времени в смысле сокращения рабочего времени, затрачиваемого на производство той или иной продукции, или не сокращает, или совсем незначительно сокращает продолжительность рабочего дня; она усиливает интенсификацию труда, эксплуатацию трудящихся.

Трудящиеся при капитализме подчас лишены элементарных прав и свобод (на труд, на отдых, социальное обеспечение, жилище и т. д.), не имеют широкого доступа к духовной культуре, образованию, занятиям спортом, физической культурой. И если они имеют свободное время, то заполняют его подчас бесполезными для души и тела занятиями, мало или совсем ничего не читают, не посещают учреждений культуры и т. д. Их удел – прежде всего «массовая культура», которая отнюдь не способствует интеллектуальному совершенствованию.

В капиталистическом обществе рабочее время сокращается, однако в интересах не всего общества, а прежде всего господ-

ствующего буржуазного класса. Целью сокращения рабочего времени здесь является прибавочная стоимость, обеспечивающая, по существу, безделье небольшой кучки собственников. Нечто подобное происходит и со свободным временем общества, которое в значительной его части капитал также превращает в прибавочную стоимость, создавая индустрию развлечений – «массовую культуру».

Это культура стандартизированная, низкопробная по своей сущности. Она является не средством приобщения масс к подлинной культуре, а выгодным бизнесом, средством манипулирования, призванного подчинить мысли и поступки трудящихся требованиям правящего буржуазного класса. «Массовая культура» обезличивает свободное время трудящихся, низводя его до весьма сомнительных стандартов общества потребления. Та же часть свободного времени, которая в прибавочную стоимость обращена быть не может, бесполезно растрачивается, например, в массовой безработице. А безработица приводит к деградации личности, калечит ее, опустошает физически и интеллектуально, лишает человека самой его сущности – способности трудиться и творчески мыслить.

Оптимизация управления предполагает экономию рабочего времени и увеличение времени свободного, причем предполагает создание таких социальных условий, когда свободное время не растрачивается попусту, а служит временем для развития человека и как работника-профессионала, и как общественного деятеля, и как деятеля в области духовной жизни. Эти условия создаются в социалистическом обществе, где измерителями оптимизации являются не только экономические, но и социальные и духовные факторы, не только экономия рабочего времени, но и увеличение свободного времени, а также факторы полезного использования этого последнего. Рассуждения о сбережении времени как критерии прогресса, об эффективности функционирования и развития социальной системы, общества и личности К. Маркс связывал с коллективным, присущим социализму и коммунизму производством. Мало того, экономию времени К. Маркс рассматривал как первый экономический закон нового производства, нового общества: «...экономия времени, равно как и планомерное распределение рабочего времени по различ-

ным отраслям производства, остается первым экономическим законом на основе коллективного производства. Это становится законом даже в гораздо более высокой степени» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч., Т. 46, ч. 1, с. 117).

Только социализм открывает путь для всестороннего развития производства, общества в целом и личности. Мало того, всестороннее развитие личности выступает как главная цель коммунизма, его сверхзадача. Основанное на общественной собственности, планомерно, научно развивающееся, социалистическое общество служит для все более полного удовлетворения постоянно растущих материальных и духовных потребностей человека. Но для этого необходимо изобилие материальных и духовных богатств, а для их производства нужно время. Причем чем больше будет сделано в единицу времени, чем в большей степени оно сэкономлено, тем больше будет этих богатств. Вот почему степень экономии времени обретает роль важнейшего показателя процветания общества, эффективности управления.

Критерием эффективности управления социалистическим обществом является экономия как необходимого, так и прибавочного рабочего времени. Экономия необходимого рабочего времени позволяет производить все больший объем и все более разнообразный ассортимент средств к жизни и эффективнее, на все расширяющейся материальной основе восполнять физические и интеллектуальные силы трудящихся. Экономия же прибавочного рабочего времени позволяет со все меньшими затратами производить все больший избыток продуктов труда над издержками труда. А ведь этот избыток – источник финансирования роста производства, роста общественных фондов потребления, развития культуры, системы образования, здравоохранения, физического воспитания, т. е. всего того, что способствует и прогрессу общества, и развитию личности.

По мере сокращения рабочего времени в социалистическом обществе увеличивается свободное время. Сокращение рабочего времени и увеличение времени свободного – закон развития социализма. Этот процесс протекает за счет прогресса науки и техники, повышения квалификации и образования трудящихся за счет улучшения системы бытового обслуживания, механизации бытовых работ, расширения услуг, выполняющихся

государством в интересах личности (общественное питание, дошкольное воспитание в яслях и садах), и т. д.

Итак, критерий эффективности управления социалистическим обществом заключается прежде всего в степени экономии времени. Степень экономии времени – это степень эффективности управления. Путь оптимизации управления – это путь экономии времени.

Процесс повышения эффективности управления, его оптимизации – процесс многообразный, сложный, противоречивый. Критерий оптимизации (экономия времени) абстрактен, общ, и в каждой конкретной сфере он проявляется специфически. Поэтому при разработке систем эффективного, оптимального управления необходимо учитывать специфику управляемой сферы, области, объекта. Объектов этих множество, а потому и множество систем управления, путей их оптимизации.

2. Система обеспечения роста энергетических возможностей общества

Законы диалектики дают общую картину действительности, ее функционирования, движения и развития. Эти законы находят естественнонаучное и общественно-историческое подтверждение, подтверждение в законах развития природы и общества, в общественной, и прежде всего производственной, практике. Среди фундаментальных законов природы особенно велико значение законов сохранения. Таковы закон сохранения количества движения или импульса, закон сохранения момента количества движения, закон сохранения энергии и т. д.

Законы сохранения – конкретное проявление и естественнонаучное подтверждение диалектико-материалистического принципа единства мира, вечности, несотворимости и неуничтожимости материи и движения.

В середине прошлого века был открыт второй закон термодинамики – закон роста энтропии, указывающий на тенденцию каждой физической системы изменяться в сторону уменьшения способности совершать работу, уменьшения возможности вызывать изменения в окружающей среде. Согласно этому закону, система, предоставленная самой себе, движется от состояния

порядка, организованности, системности к беспорядку, дезорганизованности, бессистемности.

Но в природе и обществе есть и обратное движение – от беспорядка к порядку, от дезорганизации к организации, от бессистемности к системности. На единство этих двух процессов – дезорганизации, являющейся в физическом мире результатом отталкивания, и организации как результата притяжения – много раз указывал Ф. Энгельс: «...мы все более и более вынуждены признать, что рассеяние материи имеет границу, где притяжение превращается в отталкивание, и что, наоборот, сгущение оттолкнутой материи имеет границу, где оно становится притяжением» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч., Т. 20, с. 559).

Выходит, что в природе, действительности, в том числе и прежде всего в социальной природе, вероятно, есть закон, выражающий антиэнтропийное движение, движение от дезорганизации к организации, от бессистемности к системности, движение, особенно отчетливо проявляющееся в живой природе и человеческом обществе.

Об этом еще двадцать лет назад сказал советский ученый Г.И. Наан: «В заключение я хотел бы поставить один вопрос, на первый взгляд, может быть, фантастического характера. При анализе совокупности фактов, известных науке, трудно избавиться от подозрения, что список фундаментальных законов природы существенно не полон, что в нем не хватает по крайней мере одного очень общего закона. В самом деле, мы имеем закон или законы, ответственные, грубо говоря, за стабильность и преемственность мирового порядка. Это законы сохранения, прежде всего закон сохранения энергии. Мы имеем другой закон, ответственный за направленность процессов природы, – второй закон термодинамики. Этот закон говорит об универсальной эволюции в направлении все большего беспорядка, хаоса, в направлении, если угодно, демобилизации энергии. Между тем, в природе мы наблюдаем самые разнообразные процессы, так сказать, антиэнтропийного характера – процессы становления, если брать их в философском плане, процессы возникновения сложного из более простого. Быть может, процессы, например, нуклеогенеза, возникновения звезд, планет, галактик, происхождения жизни, по крайней мере отчасти, именно потому

с таким трудом поддаются раскрытию, что нам неизвестен соответствующий общий закон, и мы находимся во власти сильно укоренившегося представления о том, что все эти явления могут получить объяснение только как редкое исключение из общего правила» (см.: *Философские проблемы современного естествознания*. – М., 1959. – С. 420).

Ныне естествоиспытатели и математики все интенсивнее вторгаются в общественные науки, а обществоведы все настойчивее осваивают методы естественных и математических наук. И те, и другие преследуют, в сущности, одну цель: выразить общественные процессы языком точных наук, воплотить результаты этого выражения в машинные и человеко-машинные системы и тем самым придать управленческим решениям относительно экономики, других общественных процессов возможно более высокую степень точности и обоснованности.

Вопрос о выражении закономерностей развития общества языком физики и математики не нов. В 1980 году исполнилось сто лет со дня публикации статьи русского ученого С. А. Подолинского (см.: *Подолинский С. Труд человека и его отношение к распределению энергии // Слово: апрель и май 1880*. – С. 131–211), в которой он пытался связать человеческий труд с распределением и накоплением энергии в масштабе общества, планеты в целом.

С. Подолинский исследовал процесс труда крестьянина на поле с использованием единичной мощности – одной лошадиной силы. Произведя многочисленные расчеты, обнаружив и измерив приращенную трудом мощность, он пришел к выводу, что этот избыток энергии берется «из труда человека и домашних животных».

На вопрос, что же такое труд, С. Подолинский ответил: «Труд есть такое потребление механической и психической работы, накопленной в организме, которое имеет результатом увеличение количества превратимой энергии на земной поверхности». Увеличение это может происходить или непосредственно, через превращение новых количеств солнечной энергии в более превратимую форму, или опосредованно, через сохранение от рассеяния, неизбежного без вмешательства труда, известного количества уже существующей на земной поверхности превратимой энергии.

Значение статьи С. Подолинского состоит в том, что он показал роль труда человека как антиэнтропийного, по современной терминологии, фактора, фактора собирания и увеличения превратимой энергии на планете. Мало того, он небезуспешно пытался применить к изучению и измерению даваемой трудом энергии количественные методы, в данном случае элементарной математики.

С. Подолинский показал, что жизнь в широком ее понимании (жизнь животного и жизнь, труд человека) находится в противоречии со вторым началом термодинамики. Что средством «преодоления» этого дезорганизующего, рассеивающего начала является труд, который по энергетической сути своей представляет собой такие затраты энергии, результатом которых является рост энергетического бюджета общества.

С. Подолинский не смог, не был в состоянии решить проблемы всеобщей формы труда, его производительности, зависимости темпов роста производительности труда от его энерговооруженности, от энергетической возможности общества. Он не мог показать место труда в обществе, роль материального производства как основы жизни и развития общества и т. д. Это сделали К. Маркс и Ф. Энгельс. Однако он вскрыл природу и причину исключений из второго начала термодинамики. Эта причина для общества – труд.

Ф. Энгельс был убежден, что есть такая форма движения, в которой излученная в мировое пространство энергия, теплота сосредоточивается, концентрируется и начинает вновь функционировать. Этой формой движения материи является весь процесс жизни, от простейшей до самой развитой ее формы – материи, способной мыслить. Ф. Энгельс мыслил жизнь как способ существования белковых тел, который состоит в постоянном, непрекращающемся обмене веществом и энергией с окружающей природной средой. Живая система – это самоорганизующаяся, постоянно совершенствующаяся и развивающаяся система.

Весьма характерно, что в ходе исторического развития форм живых систем, как отмечал выдающийся советский биолог Э. С. Бауэр, происходит увеличение разнообразия одновременно существующих форм в отношении использования различных источников энергии и различных условий и увеличение внеш-

ней работы в пределах одной и той же группы форм. Э.С. Бауэр сформулировал закономерность исторического развития, эволюции живого: «...в ходе возникновения разнообразия форм живых существ роль внешней работы становится все более важной, вследствие чего последняя должна увеличиваться. Эта закономерность является не прямой, а исторической, осуществляющейся с необходимостью через одиночное и случайное» (Бауэр Э.С. Теоретическая биология. – М.-Л., 1935. – С. 67).

Системы живой природы, включая человека в той мере, в какой он является биологическим существом, – это альтернатива процессам, свершающимся на основе второго начала термодинамики. Это неравновесные системы, системы, которым присуща все большая способность к свершению внешней работы. Это антиэнтропийные системы.

Эволюция живого привела к возникновению человека – существа, способного мыслить, говорить, а главное, производить материальные и духовные ценности, трудиться. С возникновением человека сформировалось общество, система качественно нового порядка, нежели живая система, система, в основе функционирования и развития которой лежит мощнейший антиэнтропийный фактор – труд, способность к обмену с природой. Благодаря труду общество в гораздо большей степени, чем живая природа, антиэнтропийно, способно совершать во все возрастающих объемах внешнюю работу. Именно благодаря труду оно способно преобразовывать природную среду в собственных интересах.

Общество – это система, которая концентрирует связанную энергию главным образом в виде средств производства, а не только в виде роста биомассы, как это присуще живой природе. Способ передачи опыта через генетический код, как это имеет место в живой природе, действует и в обществе. Однако главным здесь является социальное наследование, передача накопленного опыта от поколения к поколению через материальные и духовные ценности, через специфические знаковые системы, и прежде всего через письменность.

Антиподом второго начала термодинамики в обществе, важнейшим антиэнтропийным фактором является, повторяем, труд, производственная деятельность людей. А закон роста про-

изводительности труда выступает как закон развития общества, как абсолютный закон. Абсолютный в том смысле, что он действует во всех общественно-экономических формациях, определяет степень их прогрессивности, выражает необходимость смены одной формации другой, прогрессивной по отношению к предшествующей.

Существует некоторая величина, которая называется производительностью труда в системе общественного производства. Эта величина не уменьшается с течением исторического времени в ходе исторического развития общества – так можно было бы сформулировать этот закон.

Сравним его со вторым законом термодинамики. Существует некоторая физическая величина, которая называется энтропией. Эта величина не уменьшается (точнее, возрастает) с течением физического времени.

Такое (формальное, разумеется) подобие двух законов невольно вызывает вопрос: является ли тенденция роста производительности труда той же самой, что и тенденция, которую теоретическая физика называет законом роста энтропии?

Отрицательный ответ на этот вопрос и образует качественное отличие закона эволюции социальной природы от закона эволюции (точнее, сохранения) неживой природы. Именно это отличие закона эволюции общества не позволяет подходить к социально-экономическим явлениям с физикалистской точки зрения.

Это отличие, несомненно, должно сказаться и на математическом языке, описывающем два разнокачественных класса явлений. Нам представляется, что различие в записях законов сохранения и законов развития должно состоять в том, что законы сохранения записываются аналитически в виде инварианта той или иной измеряемой физической величины. Понятие же «развитие» описывается математически разложением в бесконечный ряд. Поскольку конечное время жизни отдельного человека, конкретного общества ограничено во времени, то из этого бесконечного ряда выбирается в качестве «относительной истины» или «относительного закона» лишь конечное число членов.

Это вызываемое естественными ограничениями «обрубание» ряда на конечном числе членов нужно совершенно ясно

осознавать при математическом описании объективных закономерностей исторического развития. Принимая во внимание, что понятие «развитие» представляет собой бесконечный ряд, можно заметить, что все коэффициенты этого ряда положительны. А это значит, что закон роста производительности труда есть закон максимального неубывающего темпа роста производительности труда в системе общественного производства.

Термин «неубывающий темп роста» выражает исторический запрет на вызываемое кризисами капиталистического способа производства уменьшение темпа роста производительности труда. Следующий за бумом спад находится в противоречии с объективной закономерностью исторического развития. От этого противоречия избавляет человечество социалистический общественный строй, для которого характерен систематический рост производительности труда, всего общественного производства.

Способность противостоять энтропийным процессам, внутренним и внешним факторам дезорганизации, сохранять качественную определенность, рационально функционировать, совершенствоваться и развиваться прежде всего путем свершения работы, постоянного роста производительности труда отличает общество как систему от других систем действительности. В этом законе находит свое выражение, конкретизацию закон экономии времени.

Путь повышения степени экономии времени, роста производительности труда – магистральный путь развития человечества от времен каннибализма, когда было «выгоднее» съесть пленников, чем содержать их в качестве рабов, через рабовладельческую формацию, феодализм, через капитализм и империализм к социализму и коммунизму. Закон роста производительности труда, этот объективный закон исторического развития, может прокладывать себе путь стихийно, как это происходит в условиях капитализма. Он может лежать в основе сознательного, научного управления общественным развитием, как это имеет место в СССР, других странах социализма.

Уровень производительности труда, будучи важным показателем степени экономии времени, прогресса общества, всесторонности развития его и личности, зависит от ряда факторов: состояния материально-технической базы, характера экономи-

ческого и социально-политического строя, уровня развития науки и техники, совершенства организации труда и управления производством. Этот уровень, темпы, объемы и направления развития производства, прогресса науки и техники, общественного прогресса в целом во многом зависят от количества энергии, производимой и потребляемой обществом. Подсчитано, что в странах развитого капитала между энергетическими ресурсами и стоимостью национального дохода в расчете на одного человека имеет место прямо пропорциональная связь. Это значит, что, чем выше энерговооруженность в расчете на одного человека, тем выше национальный доход. «Общепризнано, – отмечает академик П. Л. Капица, – что основным фактором, определяющим развитие материальной культуры людей, является создание и использование источников энергии. Производимая ими работа теперь во много раз превосходит мускульную. Так, в наиболее развитых странах мощность разнообразных источников энергии составляет на человека до 10 киловатт, это по крайней мере в 100 раз больше, чем мускульная мощность, которую может производить один человек» (Капица П. Л. Энергия и физика. – М., 1975. – С. 1).

«Энергетика (или, как теперь часто говорят, топливно-энергетический комплекс) – одна из основ развития экономики современного общества, – пишет академик В. А. Кириллин. – Темпы роста производства, его технический уровень, производительность труда в большой мере определяются развитием энергетики. Именно поэтому во всех странах мира за последние десятилетия происходит относительно быстрый рост энергетической базы» (Кириллин В. А. Энергетика. Современное состояние и перспективы // Вестник Академии наук СССР: № 2/1975. – С. 5).

Роль энергетики в жизни человека и общества настолько высока и разнообразна, что на Западе довольно распространены различного рода энергетические концепции, в которых значение энергии не только переоценивается, но порой и абсолютизируется. Такова, к примеру, концепция американских ученых Г. Одума и Э. Одума (Одум Г., Одум Э. Энергетический базис человека и природы. – М., 1978), которые энергетику по существу считают основой различных сфер общественной жизни, международных

отношений, войн. Сквозь призму энергетики они рассматривают социально-экономические, экологические и другие проблемы.

Нет слов, энергетические проблемы влияют на политику, международные отношения (пример тому – Ближний Восток, одна из самых «горячих» точек планеты, где вокруг нефти завязался клубок острейших противоречий), однако далеко не определяют их сущности. Общественная жизнь, движение социальных систем подчинено своим, специфическим закономерностям.

Общество располагает определенными возможностями, которые по мере общественного прогресса растут.

Возможности человеческого общества поддаются измерению через интенсивность обмена веществом и энергией с окружающей человеческое общество средой. Этот обмен, являющийся необходимым условием существования самого общества, осуществляется посредством трудовой деятельности людей. Интенсивность этого обмена, отнесенная на одного работающего, может быть названа производительностью труда. Темп роста интенсивности этого обмена можно назвать темпом роста производительности труда.

Если рассматривать человеческое общество на поверхности нашей планеты в рамках ее геохимической эволюции, то сознательная деятельность людей проявляется через нарастание скорости понижения энтропии и увеличение негэнтропии или информации. Справедливо и обратное заключение: рост информации имеет смысл, если информационное содержание сообщений способствует дальнейшему росту скорости уменьшения энтропии или росту негэнтропии.

Термодинамика необратимых процессов позволяет сказать, что человеческое общество является открытой системой, обменивающейся веществом и энергией с окружающей средой. Однако если следовать традиции термодинамики необратимых процессов, то мы должны были бы обнаружить тенденцию, которая влечет уменьшение обменного потока (по мере приближения неравновесной системы к равновесию). Однако этот эффект не имеет места для социально-экономических систем: по мере исторического развития этот обменный поток не уменьшается, а возрастает.

В результате роста энергетических возможностей человечества в целом, конкретно-исторических обществ, отдельных стран растет производительность труда. По энергетическим возможностям общества можно в определенной степени судить о других его возможностях.

Производство средств к жизни, их распределение и обмен – таковы, как это много раз отмечал К. Маркс, основные процессы, протекающие в обществе. Эти процессы приобретают форму движения определенных потоков. Это поток энергии, сырьевых и питательных веществ из природы, поток, являющийся результатом труда. В самом обществе как системе осуществляется течение материальных, энергетических, финансовых и информационных потоков.

Эти потоки измеряются различной мерой (тонны, штуки – для вещей, биты – для информации и т. д.). При внимательном же рассмотрении можно заметить, что для этих потоков можно использовать единую меру – мощность. Эта мера – всеобщий эквивалент протекающих в обществе потоков, соответствующая теории стоимости К. Маркса, согласно которой величина стоимости не зависит от того, какой мерой она измеряется, какой товар принимается в качестве эквивалента при обмене товаров, осуществляющемся на основе закона стоимости. При обмене эквивалента на другой товар его потребительные качества в расчет не принимаются, учитывается лишь масштаб цен. Киловатт-час как меру энергии можно без ущерба для теории принять в качестве всеобщего эквивалента. Зная же цену киловатт-часа в данной стране, возможно вещественные, энергетические и информационные потоки перевести из денежного в мощностное выражение.

Мощность представляет собой физическую величину, выражающуюся соотношением работы с промежутком времени, в течение которого она произведена. Говоря языком социальной теории, мощность – это мера возможности действовать (производить работу) в единицу времени. Этой возможностью располагает, в сущности, любой социальный объект – человек, группа людей, коллектив, страна, человечество в целом. Характерно, что, чем большей энергией система располагает, чем выше ее мощность, тем больше ее возможности производить работу, осуществлять материальное и духовное производство.

Разумеется, энергетическая характеристика общества далеко не исчерпывает его других характеристик. Ведь одно и то же количество энергии может быть использовано по-разному – эффективно и неэффективно. Это зависит от ряда причин. Самая важная из них – характер общественного строя. Естественно, что общее положение о зависимости возможностей общества от энергии, мощности, которой оно располагает, нуждается в конкретизации, уточнении.

Полная величина мощности, которую способно выработать общество при имеющейся материально-технической базе, составляет потенциальную возможность. Суммарное энергопотребление измеряется за конечный отрезок времени и имеет размерность потока энергии в единицу времени (за год, за месяц, за час, за секунду).

Потенциальная энергетическая возможность общества – это мощность, которую в идеале без всяких утечек дает сгорание топлива, энергия воды, солнца, атома и т. д. То есть это мощность, возможная при полном стопроцентном коэффициенте полезного действия машин и механизмов, вырабатывающих энергию.

В действительности же стопроцентным КПД не обладает ни одна энергомашина. Отсюда реальная возможность, т. е. величина потенциальной, полной мощности, умноженная на обобщенный коэффициент полезного действия. Нетрудно заметить, что величина реальной возможности зависит от степени совершенства техники и технологии. Чем выше эта степень, тем больше величина реальных энергетических возможностей. Совершенствуя технику и технологию, система увеличивает свои реальные энергетические возможности.

Характерно, что реальные энергетические возможности, энергия, произведенная даже на самых высокопроизводительных энергетических установках, может быть использована на высокопроизводительных и непроизводительных машинах, производящих средства общественного и личного потребления, может эффективно и неэффективно использоваться в культурно-бытовой сфере. Наконец, реальные энергетические возможности могут быть использованы для производства изделий, не имеющих потребителя в силу перепроизводства, плохого качества товаров и т. д.

Вопрос об использовании реальных возможностей – это двоякий вопрос: качества машин, механизмов и людей, потребляющих энергию, и качества планов, призванных обеспечить баланс между производством и потреблением.

Перед обществом всегда встает задача увеличения своих энергетических возможностей, как потенциальных, так и реальных, наилучшей траты имеющихся реальных энергетических возможностей.

Эта задача решается прежде всего путем поиска новых, все более эффективных источников энергии, открытия и создания физических устройств, позволяющих изменять направление потоков энергии.

В наши дни для получения электроэнергии широко используют потоки воды в реке. Строительство гидроэлектростанции обеспечивает изменение направления потока энергии – вместо бесполезного рассеивания в мировом пространстве поток энергии воды превращается в поток электрической энергии, совершающей полезную работу в машинах и механизмах экономической системы. Отнюдь не тривиальными идеями использования нового типа потока энергии являются идеи об использовании ядерной энергии, а тем более ожидаемая человечеством идея об изменении направления нейтринного потока, мощность которого составляет примерно 10 процентов мощности потока лучистой энергии Солнца. Идей о постройке плотин и генераторов, которые могут направить энергию нейтринного потока для совершения работы на пользу людям, пока нет, но они, вероятно, будут. Очевидно, будут и идеи об использовании полного объема потока энергии, который пронизывает нашу планету, но относительно которого науке в настоящее время пока вообще ничего не известно. Не исключено, что наука обнаружит еще неизвестный нам *K*-поток, поток каких-нибудь «кварков», который мы сегодня не наблюдаем, так же как когда-то не подозревали о существовании нейтринного потока.

Экономия времени, затрачиваемого на производство энергии, здесь осуществляется за счет использования новых, более эффективных источников, за счет изменения природных потоков энергии.

Другое средство экономии времени, затрачиваемого на производство электроэнергии, – разработка новой техники и технологии с целью повышения коэффициента полезного действия энергопроизводящих устройств и средств транспортировки энергии к месту потребления.

Третий путь экономии времени связан с экономичным использованием энергии посредством создания соответствующих технических устройств (машин, механизмов) и технологических процессов.

Любое техническое средство потребляет потоки энергии и вещества для преобразования их в предметы общественного и личного потребления. Однако в каждом таком преобразовании не вся подведенная к процессу энергия используется рационально. Часть энергии бесполезно рассеивается. Разница между израсходованной энергией и энергией рассеянной, деленная на полное количество израсходованной энергии, образует коэффициент полезного действия технического средства – машины, механизма, устройства, технологического процесса. Естественно, что под влиянием новых научных идей происходят изменения машин и механизмов, которые обеспечивают увеличение частных коэффициентов полезного действия в тех или иных механизмах и технологических процессах.

Анализ исторического развития, выполненный К. Марксом и В.И. Лениным, показал, что из-за несовершенства социального устройства общества, связанного с принципом частной собственности и порождающего анархию общественного производства, время от времени наступают такие состояния, когда созданные материальные и духовные блага не находят потребителя. В условиях капиталистической формации эту ситуацию характеризуют кризис перепроизводства, отсутствие платежеспособного спроса. В таких условиях прекращается дальнейший общий рост как потенциальной, так и физической возможности общества.

Установив причину возникновения таких ситуаций, классики марксизма раскрыли направление прогресса человечества, которое мы называем повышением коэффициента качества социального устройства. Этот коэффициент резко повышается

в результате социалистической революции, уничтожающей частную собственность, эксплуатацию и утверждающей социалистическую собственность, отношения содружества и взаимопомощи людей труда.

Исторический опыт досоциалистического развития общества показал, что реальные возможности общества оказываются всегда меньше, чем потенциальная возможность за счет выпуска средств к жизни, которые не находят потребителя. Этот никем не потребляемый выпуск машин и механизмов приводит к накоплению никому не нужных вещей и является бесполезной потерей времени общества. С нарастанием объема производства, с совершенствованием технологического оборудования наступает момент, когда этот вид потерь начинает лимитировать рост энергетических возможностей общества как целого.

Социалистическая революция, социализм создают принципиальную возможность разрешения этого противоречия. Здесь на базе социалистической собственности формируется, функционирует и развивается плановая экономика, а это значит, что на каждый производимый продукт имеется заранее известный потребитель. Этим самым создается возможность для ощутимого сокращения, а в принципе полного прекращения всех видов бесполезных для общества работ.

Таков еще один, четвертый путь экономии времени, необходимого для производства и экономного использования электроэнергии, – совершенствование планирования и управления производством энергии и ее потреблением, обеспечение баланса между производством и потребностями, исключение производства бесполезных работ – изготовления предметов, не находящихся потребителя. Особенно благоприятные условия для этого создает социализм, где имеются и возможности, и необходимость научного управления производством, обществом в целом.

Перед нами, таким образом, система путей и средств экономии времени, связанной с производством и потреблением электрической энергии – от поиска новых ее источников до совершенствования системы управления производством, обществом.

3. О резервах энергетики в СССР

В Советской стране развитию энергетики придается первостепенное значение. Энергетика развивается здесь высокими темпами, количество производимой электроэнергии быстро растет. Если в 1960 году было выработано 292 274 миллиона киловатт-часов, то в 1970-м – 740 926 миллионов, а в 1980 году – 1 295 000 миллионов киловатт-часов. Интенсивно осваиваются новые месторождения угля, газа и нефти, быстро развивается сеть гидроэлектростанций и атомных электростанций. Разрабатываются долгосрочные программы развития энергетики, создается большая группа территориальных топливно-энергетических комплексов.

Отставание производства электроэнергии не позволяет в нужных размерах увеличивать энерговооруженность труда, а тем самым обеспечить рост его производительности, сдерживает автоматизацию и механизацию производственных процессов, является важной причиной наличия все еще большой доли людей, занятых тяжелым ручным трудом, ведет к непроизводительной или малопродуктивной трате рабочего времени, мешает увеличению свободного времени.

В важном деле дальнейшего роста энергетики у нас есть огромные резервы. А резервы эти опять-таки в экономии времени: времени, затрачиваемого на производство энергии за счет удешевления и сокращения сроков строительства энергомошностей и электрических сетей, сокращения затрат на добычу энергетического сырья, за счет бережного отношения к уже произведенной энергии посредством совершенствования техники и технологии, рационального распределения ее между потребителями, исключения бесполезных затрат энергии, ужесточения норм ее расходования и т. д.

Огромный резерв, мощное средство решения перечисленных задач – создание и использование автоматизированных систем управления энергетическим комплексом. Речь идет об управлении не только текущим режимом работы электростанций, но и развитием энергетического хозяйства страны в целом.

При создании этой системы важно учитывать целевое назначение всего комплекса работ по управлению, установить перечень проблем, задач, решение которых должно обеспечиваться

соответствующими научными и техническими средствами, человеко-машинными комплексами.

Можно выделить три класса проблем:

- класс проблем, ориентированных на оптимальное использование имеющихся технических средств и на поддержание в работоспособном состоянии имеющегося энергетического хозяйства – это класс проблем, связанных с текущей эксплуатацией имеющихся энергетических мощностей;
- класс проблем, ориентированных на рост имеющегося энергетического хозяйства, т. е. на ввод и эффективное использование новых мощностей и сетей с использованием имеющегося стандартного оборудования;
- класс проблем, ориентированных на развитие имеющегося энергетического хозяйства, т. е. на разработку и ввод в эксплуатацию нового оборудования, превосходящего по своим технико-экономическим показателям стандартное оборудование, имеющееся в данный момент.

Такое членение вызывается тем, что для решения проблем каждого типа требуется специфическое информационное обеспечение, а также тем, что критерии эффективности, экономии времени на производство работ в этих сферах энергетики имеют различный вид.

Это не означает, что указанные классы проблем изолированы. Нет, они взаимосвязаны, но их взаимные связи, их интеграция проходят на более высоких уровнях управления, чем задачи, которые решаются внутри каждой сферы. Нетрудно, например, видеть, что управление текущим положением дел в энергетическом хозяйстве относится к первому классу проблем и почти целиком осуществляется на уровне центрального диспетчерского управления.

Проблемы же, относящиеся ко второму и третьему классу, почти не касаются проблем оперативного управления режимом энергосистем, но их правильная формулировка и решение существенно определяются анализом работы энергосистемы за заметные отрезки времени.

Этот анализ позволяет выявить сильные и слабые стороны в работе электростанций и электрических сетей, оценить сте-

пень эффективности и надежности имеющегося оборудования, с тем чтобы усовершенствовать его, повысить его эффективность и надежность, отыскать новые, лучшие технические решения.

Проведенное членение проблем эксплуатации, роста и развития энергетического хозяйства охватывает все основные задачи, решение которых должно быть возложено на соответствующую систему управления, оснащенную современной вычислительной техникой.

Вычислительные машины, используемые в системах управления, предъявляют разработчикам систем управления новое и несколько неожиданное требование – выразить критерий эффективности в виде измеряемой физической величины. Это требование вызвано тем, что решение задачи оптимизации, выполняемое машиной, требует минимизации или максимизации некоторой целевой функции.

Действующие в системах управления человеческие оценки «хорошо», «удовлетворительно» или «плохо» нуждаются в переводе на язык вычислительной техники. Всякие попытки игнорировать ответ на этот новый вопрос или отнести решение этих проблем на более поздние стадии проектирования систем управления чреваты серьезными ошибками, неудачей уже в проекте системы. Нужные для оптимизации сведения в этом случае оказываются отсутствующими, а собранные массивы данных – излишними для эффективного управления.

Как же выделить и найти количественное выражение целевой функции, иначе говоря – определить критерий эффективности системы управления электроэнергетикой?

Известно, что вся система электроэнергетики имеет количественно определенный вход, измеряемый денежным потоком расходов на ее эксплуатацию, и количественно определенный выход, измеряемый денежным потоком продаж энергии. Разница между величиной потока продаж и величиной потока расхода за некоторый интервал времени образует величину абсолютной прибыли за выбранный интервал.

Если абсолютную величину прибыли разделить на величину расходов за тот же интервал времени, то мы получим прибыль в процентах за тот же интервал времени. Если в качестве интервала времени принять один год, полученная относительная

прибыль в процентах принимает вид обычной единицы измерения прибыли, а именно процент прибыли в год.

В этой ситуации уместен вопрос: хотим ли мы иметь систему управления, которая максимизирует или минимизирует процент прибыли в год?

Примем второе, в общем-то недопустимое допущение: мы хотим минимизировать процент или даже сделать его отрицательным. Для этого нужно как можно больше расходовать и как можно меньше получать за продажу электроэнергии. Впрочем, не исключено, что такая абсурдная ситуация еще встречается в отдельных подразделениях электроэнергетики.

Эта ситуация абсурдна для эксплуатации, но отнюдь не исключена в строительстве при расходовании средств на сооружение энергетических мощностей. Главным показателем в планировании и оценке работы строителей является объем освоенных средств, а потому они заинтересованы в использовании дорогих материалов и изделий, предпочитают дорогие работы (нулевой цикл, сооружение коробок зданий и т.д.) и весьма прохладно относятся к отделочным работам, которые требуют больших трудовых затрат и мало дают для объема. Реализация же электроэнергии, ее себестоимость строителей, как правило, не интересуют. Это – дело эксплуатационников.

Мы полагаем, что естественным является первое допущение. Принимая его, можно резко повысить эффективность, если увеличить цену на отпускаемый киловатт-час. Для такого повышения эффективности вообще ничего не надо делать, а лишь добиваться простого, в сторону повышения, пересмотра цен.

Исключим этот путь, принимая еще одно допущение: цена за киловатт-час остается неизменной. В этом случае для повышения эффективности электроэнергетики остается один-единственный путь – снижение расходов на киловатт. Именно расходов на киловатт, а не на киловатт-час, так как снижение затрат на киловатт имеет своим следствием снижение затрат на киловатт-час, а не наоборот.

Выделение киловатта как единицы установленной мощности в качестве единицы, на которую мы будем относить поток расходов, сразу приводит нас к выводу, что установленный, но не отпускаемый потребителю электроэнергетики киловатт по-прежнему

требует потока расходов, но ничего не дает по линии потока продаж. Это приводит нас к первой величине, которая характеризует качество эксплуатации всей электроэнергетической системы: соотношение между активной, т. е. работающей, установленной мощностью и пассивной, т. е. неработающей, установленной мощностью. Простаивающая установленная мощность – это потеря времени как «чисто» рабочего и как овеществленного рабочего времени.

Очевидно, что существует величина, которую можно назвать потенциальной (предельной) возможностью электроэнергетической системы. Она является произведением установленной мощности в киловаттах на число часов в году, равное 8760. Это произведение дает именно предельную величину отпуска электроэнергии, соответствующую безостановочной работе всех установленных мощностей. Никакое распоряжение никакого лица не может привести к выпуску большего количества электроэнергии. Само собой разумеется, что ни в каком энергетическом хозяйстве эта верхняя грань не достигается.

Однако ее существование позволяет вычислить величину доли используемой электрической мощности. Используя фактические данные по отпуску электроэнергии потребителям за тот или иной год и разделив ее на 8760 часов в году, мы получим обобщенную величину средней активной мощности. Разница между величиной всей установленной мощности и активной мощностью дает величину пассивной мощности, т. е. мощности, на создание и эксплуатацию которой мы израсходовали время, ресурсы, но не получили отдачи, продаж.

В экономике рост величины пассивной мощности называется снижением фондоотдачи.

Следует отметить, что снижение фондоотдачи – одно из узких мест не только энергетики, но и нашего народного хозяйства вообще. Это, в сущности, нерациональное использование овеществленного рабочего времени, времени, затраченного на пополнение, рост общественных фондов. Правда, оно имеет некоторые объективные основания: удорожание техники за счет роста ее трудоемкости, использования новых дорогих материалов и т. д. Что касается сельского хозяйства, то зачастую в силу специфики производства нужная отдача приходит здесь

по прошествии длительного времени. И все-таки главная причина снижения фондоотдачи – в людях, в органах управления, далеко не все делающих для повышения эффективности использования техники.

Несовершенство нового оборудования, подчас заложенное еще в проектах, несоответствие роста цен росту производительности этого оборудования в пользу цен, низкая сменность, слабая трудовая дисциплина, прогулы и простои (нередко из-за перебоев в материально-техническом снабжении), недостаточная квалификация работников, несовершенство организации труда и управления, системы стимулов, материальных и моральных, – таковы субъективные причины снижения фондоотдачи, о необходимости устранения которых много говорится, но явно недостаточно делается. Сами по себе слова о снижении фондоотдачи не приводят к ее росту. Нужны действия, среди которых едва ли не важнейшее место занимают действия по совершенствованию управления.

А теперь вернемся к энергетике.

Введение понятия потенциальной (предельной) возможности энергетической системы и вытекающие из него понятия активной и пассивной мощности ориентируют на анализ причин возникновения разрыва между потенциальной и активной мощностью.

Выделим из причин разрыва между потенциальной и активной мощностью ту, которая не зависит от системы электроэнергетики. Речь идет о спросе на электроэнергию со стороны потребителя. Если установленные мощности имеются в нашем распоряжении, а потребители электроэнергии их не используют, то мы имеем дело с межведомственными неувязками плана.

Очевидно, что практика независимого ввода предприятий-производителей и предприятий-потребителей электроэнергии недопустима. Часть пассивной мощности, имеющейся в электроэнергосистемах, не используемой из-за отсутствия потребителя, является результатом недостатков системы управления на уровне Госплана. Важно улучшить управление использованием электроэнергии на уровне отраслей, всего народного хозяйства, а это именно дело Госплана, других центральных хозяйственных ор-

ганов, призванных сбалансировать производство и потребление электроэнергии.

Правда, чаще возникают нежелательные ситуации по причине недостатка мощностей по производству энергии, но это опять-таки дело не эксплуатационников, а народнохозяйственных органов.

После учета составляющей пассивной мощности, связанной с недостатками управления на надэксплуатационном уровне, остающаяся часть пассивной мощности образует базу системного анализа отраслевых проблем электроэнергетики.

Очевидно, что остающаяся часть пассивной мощности складывается из неисправностей в энергетическом хозяйстве. Все они – результат недостаточной надежности тех или иных звеньев энергетической системы, которая создает и увеличивает величину пассивной (неиспользованной) мощности и уменьшает объем активной (используемой) мощности. Применяя самые различные, в том числе и статистические методы исследования, можно и нужно составить список неисправностей, помех, определить время и лиц, ответственных за их устранение.

Наряду с устранением неисправностей, помех эффективным средством перевода пассивных мощностей в активные является создание нового, более надежного и эффективного оборудования.

Повышению эффективности энергетической системы помогло бы упорядочение капиталовложений в энергетику.

Мы обычно считаем киловатт установленной мощности на уровне потенциальной возможности, т. е. на уровне работы каждого киловатта 8760 часов в году. Но этому требованию не удовлетворяет ни один киловатт ни на одной гидроэлектростанции. Киловатт на ГЭС рассчитывается, как правило, на 4000–5000 часов работы в году, т. е. фактически эквивалентен только половине потенциальной возможности и использованию киловатта на тепловой станции. Капиталовложения в киловатт, вычисляемые на активный, т. е. на расчетный (по техническим условиям проекта) киловатт, на 8760 часов, должны дать коррекцию в коэффициенте выработки электроэнергии за один год. При этом активная мощность станции вычисляется из установленной мощности с учетом коэффициента технического использования при условии наличия потребителя.

Произведем этот расчет на ГЭС мощностью 2,4 миллиона киловатт. Эта станция на собственные нужды потребляет 10 процентов производимой энергии. Число часов работы в году – 4800. Фактический отпуск электроэнергии потребителю будет равен: $2,4 \times 0,9 \times 4800 = 10\,368$ миллиардов киловатт-часов. Потенциальная возможность: $2,4 \times 8760 = 21\,024$ миллиарда киловатт-часов. Коэффициент активной мощности: $10\,368 : 21\,024 = 0,493$. Расчетная величина установленной активной мощности: $2,4 \times 0,493 = 1,18$ миллиона киловатт. На эту величину активной установленной мощности, видимо, и следует относить капиталовложения. При такой методике оценки «простаивающие» киловатты не будут входить в расчет капиталовложений и не будут давать эффекта снижения фондоотдачи.

Рассмотренное положение о коррекции учета электроэнергетических мощностей может быть довольно легко реализовано и не требует сколько-нибудь серьезных научных разработок, а тем более затрат. Вместе с тем, результатом этой коррекции будет более правильная ориентация на рост и развитие энергетики.

Инвентаризация, устранение неисправностей в эксплуатации энергосистемы и уточнение методики учета мощностей позволят более успешно планировать рост и развитие энергетики с учетом максимизации величины активной мощности и минимизации затрат на единицу активной мощности. При этом очень важно, чтобы капиталовложения в электроэнергетику определялись как затраты на увеличение активной мощности, поскольку величина продаж или степень удовлетворения общественных потребностей определяется именно этой величиной.

К сожалению, нельзя сказать, что в настоящее время научно-исследовательские, проектные и строительные работы ориентированы на рост активной мощности, так как само понятие активной мощности, к которой нужно относить все затраты в энергетике, еще не получило ни признания, ни должной регламентации в соответствующих документах. Но это признание рано или поздно придет. Необходимо уже теперь иметь правильную ориентацию в отношении целей исследовательских и опытно-конструкторских работ на перспективу.

Фиксируя величину активной мощности как величину, на которую должны быть ориентированы все затраты, мы получаем

возможность точнее оценивать эффективность капиталовложений, обеспечивать рост фондоотдачи.

В нашу задачу не входит анализ реального использования имеющихся мощностей, анализ всех причин, по которым установленные мощности используются далеко не полностью. Эту работу нужно провести специально, что послужит целям повышения эффективности использования нашей энергосистемы.

Видимо, на уровне управления энергетикой в масштабах министерства нужно выделить орган, группу людей, ответственных перед министром за поддержание и рост активной мощности в процессе текущей эксплуатации энергосистемы. Осуществлению контроля, а также анализу причин снижения активной мощности поможет вычислительный центр центрального диспетчерского управления.

Не исключено, что эти причины могут заключаться в обеспечивающих службах. В этом случае при всяком уменьшении величины активной мощности всегда нужно находить конкретных виновников, лиц, которые не выполняют надлежащим образом возложенные на них обязанности, строго с них спрашивать, требовать улучшения работы как их самих, так и вверенных им служб.

Для устранения этих причин нужна комплексная программа, система взаимосвязанных мер, так как разрозненные усилия специалистов и ученых не могут дать желаемого результата. Создание комплексной программы – дело министерства.

А теперь об эффективности капиталовложений в энергетику и методах ее оценки.

Возьмем для примера два проекта, которые имеют одинаковый срок окупаемости. В нынешних методиках определения эффективности капиталовложений нет правила, по которому можно сравнить эти два варианта. Попробуем ввести новое правило: при равных сроках окупаемости отдавать предпочтение тому проекту, у которого время удвоения окупаемости затрат минимально. Иначе говоря, нас интересует не только срок, в течение которого вложенные деньги будут возвращены, но и срок получения денег, которые в 2 раза превзойдут затраты. Этот критерий оценки проектов капиталовложений до сих пор не используется, хотя оценивать проекты можно через время, в течение которого вложенные деньги вернулись; время, в кото-

рое вложенные деньги удвоились; время, в которое вложенные деньги утроились, и т. д.

В чем достоинство этого правила? В том, что если по первому показателю объекты оказались тождественными, то мы используем второй показатель – и так далее до тех пор, пока один из проектов не получит лучшей оценки. Это веская аргументация в пользу того или иного проекта. К тому же это правило легко формализуется, и его реализация в значительной своей части может быть передана ЭВМ.

Посмотрим, что может дать на практике это правило.

Представим, что строится тепловая электростанция (цифры условные) с номинальной мощностью 2 миллиона киловатт, работающая в год 6000 часов. Она продает энергию по одной копейке за киловатт-час и забирает на собственные нужды 10 процентов генерируемой мощности. Это значит, что станция работает на потребителя 5400 часов в год. Эксплуатационные расходы приняты равными 20 рублям на киловатт в год, капиталовложения – 150 рублям на киловатт. Срок строительства станции определен в четыре года с затратами 70, 100, 120 и 70 миллионов рублей по годам от первого до четвертого года строительства.

Расчеты показывают, что срок окупаемости при этих условиях составляет 8,4 года после начала строительства. По действующей же методике время строительства не входит в срок окупаемости, срок этот всего 4,4 года, что вроде бы говорит, что проект весьма экономичен.

Посмотрим теперь, какова картина, если мы оценим проект с позиций срока удвоения возмещения затрат, т. е. до величины, когда продажи в 2 раза превысят величину затрат. Подсчеты показывают, что время удвоения наступает через 25,2 года. Эта оценка позволяет вычислить величину, которая принята для оценки эффективности проектов в зарубежной практике и известна как процент на капитал. Вычисляемая оценка оказалась лежащей в пределах от трех до четырех процентов годовых. Мировая практика считает проекты капиталовложений неэффективными, если процент на капитал меньше пяти в год. Предлагаемая нами методика оценки с учетом времени удвоения вложенных в промышленный объект средств оказывается более согласующейся с мировой практикой оценки эффективности капиталовложений.

4. Система оптимизации использования имеющихся технических средств

Советская страна обладает огромными основными фондами, значительную часть которых составляют технические средства, главным образом различного рода машины и механизмы. Не секрет, что далеко не все технические средства используются эффективно, фондоотдача в общественном производстве невысока и в последние годы, по существу, не растет. В условиях, когда имеющиеся производственные мощности используются недостаточно, ведется огромное капитальное строительство. Между тем по логике вещей новое строительство оправдано тогда, когда исчерпаны имеющиеся производственные возможности. Отсюда одна из первых и важных задач управления производством состоит в обеспечении оптимального использования имеющихся производственных мощностей, технических средств.

В целях оптимизации имеющихся технических средств необходимо провести системное исследование соответствующего производственного объекта. Это исследование включает ряд последовательных этапов.

На первом этапе следует, исходя из научно обоснованных потребностей общества в данной технической системе, установить ее реальные возможности. Технической возможностью изучаемой системы является предельная скорость выпуска продукции имеющимися техническими средствами. Эта предельная скорость выпуска продукции задается паспортными данными оборудования. При определении технических возможностей предполагается, что все оборудование исправно, работает без поломок и простоев.

Результатом первого этапа исследования является установление верхней грани технических возможностей системы. Физический смысл полученной величины технической возможности системы представляет собой величину потребляемой мощности, умноженной на обобщенный коэффициент полезного действия системы.

На втором этапе исследования устанавливаются экономические возможности изучаемой системы, т. е. ее реальная отдача, практический эффект. Здесь обнаруживается, что реальная отдача системы, фактическая скорость выпуска продукции, кото-

рая идет на удовлетворение общественных потребностей, заметно меньше, чем величина технических возможностей системы.

Имеющая место разница между техническими возможностями системы и их реальным использованием является предметом третьего этапа исследования системы. Результатом третьего этапа является формирование «дефектной ведомости», которая показывает величину потерь технических возможностей по различным причинам.

После составления «дефектной ведомости», списка потерь, наступает четвертый этап, задача которого состоит в разработке мер по устранению потерь, по оптимизации системы, более полному использованию технических возможностей системы.

Пятый этап – конструктивный – состоит в формировании и реализации плана мероприятий, который ориентирован на оптимизацию использования системы, на рост ее вклада в производство национального дохода.

Первые четыре этапа работы по оптимизации за счет совершенствования системы управления можно характеризовать как этапы теоретической работы, работы по составлению плана или программы совершенствования управления технической системой.

Каждому из этапов соответствуют документы-списки:

- список имеющихся научно-технических средств с их количественной оценкой;
- список неиспользуемых или неэффективно используемых (в силу несовершенства системы управления) средств;
- список влияний погрешностей в системе управления, сдерживающих эффективное использование средств;
- список научных и технических идей, программа мероприятий по совершенствованию системы управления с целью устранения сдерживающих влияний.

Последний, соответствующий четвертому этапу список после утверждения его компетентным органом или руководителем выступает как управленческое решение.

Самым трудным и в то же время самым важным в оптимизации является количественная оценка степени использования технических средств. Вместе с тем, эта оценка возможна и не-

обходима (вопросы оптимизации использования имеющихся технических средств, соответствующие количественные расчеты применительно к транспортным министерствам содержатся в книге автора «Научно-техническая революция, управление, образование». – М., 1972. – С. 335–342).

В приведенной системе оптимизации использования имеющихся технических средств центральное место занимает разработка «дефектной ведомости», выявление и количественная оценка факторов, мешающих наилучшему использованию техники. Именно «дефектная ведомость» позволяет направить усилия министерства и подведомственных ему органов на разработку мер по совершенствованию системы управления отраслью, с тем чтобы максимально сократить действие факторов, препятствующих наиболее эффективному использованию имеющихся технических средств. Здесь огромную роль призвана сыграть наука, научные идеи, их практическая реализация. Причем речь идет не только о технических и естественных науках, без применения достижений которых ни о создании, ни об использовании современных научных и технических средств говорить бессмысленно. Речь идет о достижениях науки управления общественным развитием, которая раскрывает критерии и рациональные пути использования имеющихся материальных и трудовых ресурсов. Важно отметить, что «дефектная ведомость» помогает разрабатывать «реестр» научных, технических идей и соответствующих им организационных решений, призванных не только устранять «дефекты», но и обеспечивать дальнейший научно-технический прогресс отрасли.

Наличие такого упорядоченного реестра – списка идей – позволяет министру видеть, что в существующей системе управления отраслью препятствовало использованию уже имеющихся идей для совершенствования деятельности отрасли; как каждый заместитель решал возложенные на него задачи; кто, какой именно начальник, в силу каких именно обстоятельств не имел возможности, не способствовал или мешал реализации полезных предложений о совершенствовании системы управления и использования техники; какие взаимоотношения между подразделениями министерства должны быть, чтобы все новое находило место в жизни.

Реестр идей, направленных на повышение качества работы отрасли, – важнейший документ министерства, поскольку он являет собой список целей, на которые должна быть ориентирована его деятельность. В этом сердцевина программно-целевого планирования и управления отраслью, оптимизации имеющихся в ее распоряжении технических средств.

Работа по совершенствованию системы управления, и прежде всего управления научно-техническим прогрессом, есть в то же время работа по перспективному планированию и прогнозированию развития отрасли. Функции управления отраслью в плане обеспечения возможно большей степени интенсивности использования и развития научно-технических средств и научно-технического прогнозирования отрасли совпадают.

При разработке и внедрении научных и технических идей важно учитывать их экономическую эффективность. Для воплощения в жизнь любой идеи нужно отыскать показатели, которые могут и должны быть оценены. В случае с транспортными отраслями эта оценка в конечном счете сводится к определению того, сколько будет стоить прирост скорости транспортировки грузов на 1 км/ч при использовании данной идеи. Естественно, что самыми разумными, а потому подлежащими внедрению в первую очередь, являются те идеи, которые дают наибольший прирост скорости транспортировки при минимальных вложениях.

Предложенная методика повышения интенсивности использования имеющихся технических средств посредством совершенствования управления научно-техническим прогрессом может быть применена в организации управления повсеместно. В любой отрасли народного хозяйства есть наличные технические средства, обладающие идеальной границей их использования и идеальным уровнем, и «дефекты», ликвидация которых посредством использования научных идей и совершенствования управления позволяет сократить этот разрыв и тем самым повысить эффективность отрасли. Всегда существует разница между верхней гранью и достигнутым уровнем эффективности любого объекта в рамках общественной системы. Описать причины разрыва, устранить их, используя новейшие достижения науки и техники, – важная задача управления.

Кузнецов П. Г. Основные принципы, на которых строится система СКАЛАР–2²⁴

Принцип № 1. Простота

Реализация принципа № 1 – простоты – обеспечивает **легкость освоения новой системы**.

Критерием реализации этого принципа является **время**, которое должен потратить на освоение **новой системы руководитель** или **сотрудник** Министерства ведомства от начала знакомства до практического использования новой системы в своей работе.

Принцип № 2. Наглядность, обеспечивающая ясность в сложной обстановке

В основе этого принципа, недавно открытого физиологами, лежит экспериментальный факт – **скорость передачи данных руководителю возрастает в тысячу раз** при переходе от текста к **картографическому представлению**.

Примером картографического представления является топографическая карта, на которую наносится боевая обстановка. Текстовое сообщение, которое заменяет карту с той же детальностью, требует на прочтение в тысячу раз более времени, чем рассмотрении самой карты.

Критерием реализации этого принципа является время, которое должен потратить руководитель для установления состояния дел в опытной программе работ по сравнению с чтением текстового сообщения.

Принцип № 3. Введен краткий, но емкий список решений

В основе этого принципе лежит следующий факт – **сведения, сообщения или информация** нужны руководителю для **принятия решений**. Если типы решений не определены, то не определен и вид сведений, сообщений или информации, которая на самом деле нужна руководителю.

В системе СКАЛАР-2 приняты к рассмотрению **шесть типов решений**:

²⁴ Работа написана в 1982 г. Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том IV. НИР «Эффективность». – М.-Дубна: Русское космическое общество (РКО) – Международная научная школа устойчивого развития им. П. Г. Кузнецова, 2020. – С. 294–295. Фрагменты текста, вычеркнутые в исходном машинописном документе, приводятся зачеркнутыми.

Тип № 1. Решения относительно лица («кто»), ответственного за выполнение задания.

Руководитель может поощрить или наказать (вплоть до замены) лицо, ответственное за выполнение задания.

Тип № 2. Решения относительно срока («когда»), к которому необходимо выполнение задания.

Руководитель может изменить срок, к которому необходимо выполнение задания.

Тип № 3. Решение относительно технических характеристик («что»), которым должно удовлетворять выполненное задание.

Руководитель может изменить технические характеристики, которым должно удовлетворять выполненное задание.

Тип № 4. Решения относительно финансирования («сколько»), которым обеспечивается выполнение задания.

Руководитель может изменить (увеличить или уменьшить) объем финансирования задания.

Тип № 5. Решения относительно места («где»), где будет выполняться задание.

Руководитель может изменить место, где должно выполняться задание.

Тип № 6. Решения относительно метода («как»), который используется для выполнения задания.

Руководитель может изменить метод достижения той же цели.

Этими **шестью типами** предопределяются сведения, которые проливают руководящий состав опытной разработки исполнителей задания на всех уровнях от отдельной лаборатории до Министерства.

Принцип № 4. Вся информация, собираемая системой, ориентирована на решения

Сбор сведения организуется так, чтобы компетентность исполнителей была учтена в проектах решения более высокого уровня. В силу названного обстоятельства сообщаемые данные [могут] содержать рекомендации относительно решений руководителя более высокого ранга. Если получаемые рекомендации оказываются недоброкачественными, то руководитель имеет возможность обнаружить слабую компетенцию исполнителя.

Указанные принципы системы СКАЛАР-2 являются руководящими при разработке систем управления и были обнаружены при эксплуатации систем этого класса.

Кузнецов П. Г.

Метод «дефектной ведомости»²⁵

1. Функции материалов и технических средств

Немного истории. В 1964 г. к специалистам, входящим в состав рабочей группы газеты «Правда», обратились из Технического управления Госкомитета по химии с вопросом: «Не могли бы вы указать перспективные направления развития химической промышленности?». Поскольку в группе были и физики, и химики, и другие специалисты, то в первый момент сама постановка вопроса показалась просто дикой.

Действительно, известно около миллиона различных химических соединений, и каждый год дополнительно синтезируется от 50 до 100 тысяч новых. Известно около 10 миллионов различных химических реакций, каждая из которых может быть положена в основу того или иного технологического процесса. Как в этом «безбрежном океане» уже известного найти те пути, по которым будет развиваться в перспективе наша химическая промышленность?

Через несколько месяцев работы удалось найти решение поставленной задачи. Решение было опубликовано в 1966 г. в сборнике «Проблемы народнохозяйственного оптимума», изданном в Новосибирске.

Конкретное противоречие развития нашей промышленности можно иллюстрировать таким гипотетическим примером.

Министерство радиопромышленности начинает широко использовать в своих изделиях гетинакс. Оно запрашивает Госхимкомитет о возможности расширения выпуска гетинакса. Химики отвечают, что могут это сделать, так как у них есть идеи о новом прогрессивном процессе изготовления гетинакса. Получив заказ Минрадиопрома, химики строят новую установку, получают исходные данные для проектирования завода, строят завод и пускают его в эксплуатацию: «Пожалуйста, товарищи радисты, получайте заказанный вами гетинакс!». А радисты

²⁵ Работа написана в 1986 г. Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том III. Правильное применение закона. – М.: РАЕН, 2015. – С. 439–448.

начинают чесать затылок, замечая, что им теперь нужен не гетинакс, а... фторопласт. Химики возмущены: «Что же вы нам морочили голову? Почему вы не заказали фторопласт?». Радисты отвечают: «А мы еще не знали о существовании фторопласта».

Но завод по выпуску гетинакса уже построен и дает продукцию. Кто виноват? Обвинять химиков как-то не с руки. Обвинять радистов тоже. Но ущерб-то общественному производству уже нанесен.

По этой причине здесь наиболее виновата... наука. К кому же, как не к ученым, должны обращаться руководители производства для решения подобных проблем? Но некоторые ученые считают, что «наука – это средство удовлетворения собственного любопытства за государственный счет».

Введем читателя в «лабораторию научного думания». Нам необходимо иметь классификатор всех возможных материалов и всех возможных технических средств, который:

1. является коротким (т. е. обозримым);
2. является полным (т. е. охватывает все материалы и все технические средства).

Такой классификатор нельзя построить, если обсуждать только химическую промышленность, но можно, если иметь в виду все народное хозяйство как целое. Подумаем над вопросами: а зачем мы вообще выпускаем различные материалы? Что делают эти различные материалы в системе общественного производства? Какие функции выполняются различными материалами?

Объективный закон исторического развития человечества может быть записан как поток выпуска продукции. Относительно этого потока выпуска продукции вопрос приобретает новую окраску. В хозяйстве имеется система распределения потоков мощности по машинам, механизмам и технологическим процессам с помощью материалов, через которые и осуществляется транспорт потока энергии. Так намечается общественная потребность в материалах, которые используются для транспортировки потока энергии от источника к нагрузке. Материалы, машины, механизмы и технологические процессы могут рассматриваться как обобщенные каналы передачи информации

от источника к нагрузке, заменяя собой мускульные усилия живых людей. Вообще все машины и механизмы – лишь каналы, через которые силы природы входят в систему общественного производства, заменяя физический труд. Здесь внимание переключается с названия материала на процесс, который реализуется при использовании этого материала. Конструктор зубчатой передачи или какого-нибудь рычага интересуется не названием материала, а способностью его пропускать поток энергии заданной величины в течение заданного времени без разрушения. Эта характеристика и является действительной характеристикой материала. Один материал приходит на замену другому (старому), если он выполняет ту же функцию, но затраты общественно необходимого времени на выполнение той же самой функции оказываются меньше. Системы электроснабжения общественного производства, системы теплоснабжения и т. п. используют материалы для транспорта энергии заданного вида по заданному направлению. Транспорт электрической энергии может осуществляться медными, серебряными, алюминиевыми проводами. Общественная потребность в этих материалах определяется потоками электрической энергии, которую мы в данный момент способны произвести и которую необходимо доставить в точки потребления. Если завтра мы научимся производить какой-нибудь «тантал-молибденовый» сверхпроводящий сплав или сверхпроводящую керамику, то они придут на смену старым электропроводящим материалам, общественная потребность в которых начнет падать. Но эти изменения и есть тот процесс, который нуждается в планировании.

Зафиксировав внимание на функции материалов и технических средств, связанной с транспортом энергии заданного типа по заданному направлению, мы укажем на отрицание этого утверждения: если есть транспорт, то существует и его отрицание, т. е. некий не-транспорт. Что же это такое? Распределяя потоки электрической энергии по заданному направлению, мы вынуждены принимать меры, чтобы этот поток отсюда не уходил. Удержание потока энергии в заданном русле требует использования материалов, которые не допускают утечку потока в других направлениях. Возникает функция не-транспорта, имеющая название «изоляция». Так мы получа-

ем другой класс материалов, отрицающих функцию материалов первого типа: электроизоляционные, теплоизоляционные и прочие изоляционные материалы, которые обеспечивают удержание потока энергии в заданном русле. Такое рассмотрение касается распределения потока энергии в пространстве... Но категории пространства противостоит категория времени. Рассматривая все процессы как процессы транспортировки, мы можем их противопоставлять как транспорт в пространстве и транспорт во времени. Очевидно, что последний означает не что иное, как перенос во времени без изменения места, т. е. то, что в обыденной жизни называется «хранение». Так появляется еще один класс материалов и технических средств, реализующий функцию хранения энергии заданного вида в заданном месте.

По отношению к потокам энергии перечисленные функции исчерпывают все функции материалов и технических средств.

Совершенно очевидно, что транспорт потоков энергии не исчерпывает все свойства известных материалов и технических средств: имеет место не только транспорт энергии, но и транспорт самих материалов. Очевидно также, что транспорт материалов, как и в предыдущем случае, может рассматриваться как транспорт в пространстве и транспорт во времени. Последнее связано с наличием общественной потребности в хранении материалов, т. е. потребности в материалах, которые используются для хранения других материалов. Не менее очевидно, что транспорт материалов в пространстве приводит нас к рассмотрению материалов и технических средств, предназначенных для переноса материалов к месту применения. Здесь мы и обнаруживаем удивительное единство всех видов транспорта как единой системы транспортировки материалов. Все функционально взаимосвязано: железнодорожный и автомобильный, авиационный и трубопроводный транспорт, речной и морской флот. Здесь же, как и в предыдущем случае, мы рассматриваем не-транспорт материалов, т. е. изоляцию. Сюда попадают лакокрасочные, гальванические, керамические, эмалевые покрытия, ингибиторы коррозии и т. д.

Мы рассмотрели два подразделения транспортных систем – транспорт энергии и транспорт материалов, каждое содержит

по три специфические функции: транспорт по заданному направлению, не-транспорт (или изоляцию) и транспорт во времени (или хранение).

Исчерпываются ли этими перечисленными функциями все материалы и технические средства? Нет. Мы забыли об информационных материалах и технических средствах. Будем рассматривать систему транспорта информации в пространстве и времени и получим для информационной системы те же самые три специфические функции. Теперь наш классификатор достаточно краток (три подразделения и в каждом по три специфические функции), т. е. содержит только девять функций и тем не менее удовлетворяет принципу полноты.

Само собой разумеется, что некоторые материалы и технические средства несут куда более одной чистой функции, но мы получили классификатор, который позволяет понять стихийное колебание рыночных цен.

Известно, что колебание рыночных цен происходит потому, что спрос на некоторые товары увеличивается, а на некоторые падает. Контроль за конъюнктурой рыночных цен составляет неотъемлемое свойство каждой фирмы. Спрос на некоторый товар неожиданно возрастает тогда и только тогда, когда найдено (открыто, изобретено) новое средство, позволяющее его использовать для удовлетворения какой-то общественной потребности с меньшей ценой производства, чем эта потребность удовлетворялась ранее. Более того, каждому увеличению спроса на один товар соответствует уменьшение спроса на другой, которым ранее удовлетворялась эта общественная потребность. Это уменьшение спроса и приводит к падению цены на товары, «морально устаревшие» по отношению к достигнутому уровню производства.

Можно предвидеть изменение спроса при условии, если известны эти открытия и изобретения. Но в условиях капитализма они составляют предмет коммерческой тайны, раскрытие которой у конкурента составляет цель промышленного шпионажа. Конечно, можно было бы следить за патентами, но... не всякое изобретение и усовершенствование патентуется. Гораздо большая часть их прячется от всевозможных ноу-хау (известно, как именно это можно сделать).

Проведенное рассмотрение приближает нас к пониманию того, что является качеством продукции, т.е. его соответствия мировым стандартам. Качество продукции измеряется продолжительностью выполнения материалом и техническим средством своего функционального назначения при уменьшении общественно необходимого времени, расходуемого на удовлетворение данной функциональной потребности.

Имея двадцатилетний опыт использования этого классификатора материалов и технических средств, довольно легко ориентироваться в самых разнообразных научно-исследовательских работах и опытно-конструкторских разработках. Весьма сомнительно, что, не зная такого классификатора, можно оценивать значимость тех или иных научно-технических идей...

Приведем несколько примеров использования этого классификатора для решения конкретных проблем, связанных с развитием нашего народного хозяйства. Если первый конкретный пример его использования относится к 1967 г., то в 1982–83 гг. довелось видеть, как этот метод, известный как метод «дефектной ведомости», применялся при разработке комплексных целевых программ.

2. Метод «дефектной ведомости» и персональная ответственность за порученное дело

Конкретное применение того, что изложено выше, имело место в 1967 г. В лабораторию систем управления разработкой систем МГПИ им. В.И. Ленина обратился К. Денисов (ныне покойный), назначенный начальником вычислительного центра Минморфлота СССР. Он получил задание на разработку автоматизированной системы управления Министерством морского флота СССР. Излагаемое ниже в 1970 г. было опубликовано одним из членов группы, в состав которой входил академик В.Г. Афанасьев, установивший «сущность метода».

Введенные выше термины «потенциальная возможность», «техническая возможность», «экономическая возможность» мы использовали для общественного производства как целого. Но эти же самые величины приходится фактически применять в анализе любой подсистемы общественного производства. Для морского флота СССР как целого потенциальная возможность

определялась через суммарное энергопотребление топлива всеми судами в предположении, что 1) все суда исправны, 2) полностью загружены, 3) на море прекрасная погода, 4) все двигатели работают на полный ход.

При выполнении условий достигалась верхняя грань использования технической возможности морского флота страны. Само собой разумеется, что эти условия никогда не бывают выполнены. При такой полной нагрузке на все двигательные установки морского флота может быть определена грань, за которой начинается чистый волюнтаризм. Фактически были использованы данные о полном тоннаже морского флота СССР, равном 9 млн. т. При выполнении указанных условий можно достичь часового объема перевозок в 280 млн. т•км/ч. Если часовой объем перевозок разделить на тоннаж всего флота, то получим величину предельной технической скорости на единицу грузоподъемности. В нашем примере она равна 28 км/ч.

Определив величину предельной технической возможности, приступаем к определению доли этой технической возможности, которая была использована фактически. Это вычисление строится на фактическом объеме перевозок, которые выполнены морским флотом в предшествующем году. Разделив годовой объем перевозок на 8760 ч., получили фактический часовой объем перевозок 50 млн. т•км/ч. После деления на тоннаж всего морского флота получаем фактическую скорость транспортировки на единицу грузоподъемности. Она оказывается равной 5 км/ч.

Разница между предельной и фактической скоростями называется нами «дефект».

Теперь сосредоточим внимание на выявлении причин, по которым технические возможности грузоподъемности флота используются не полностью. Вернемся к нашим предположениям. Первым из них является исправность судов. Совершенно очевидно, что часть флота находится в ремонте. Влияние на величину дефекта за счет данного фактора нетрудно выразить количественно. Поскольку корабли, находящиеся в ремонте, не используют свои технические возможности, то потеря технической возможности флота находится сравнительно легко: умножаем грузоподъемность каждого корабля на его техни-

ческую скорость и на число часов, которые корабль находится в ремонте. Полученная величина есть потеря технической возможности за счет пребывания данного корабля в ремонте. Суммируя потерю технической возможности по всем кораблям, которые находились в ремонте в текущем году, находим потерю технической возможности по морскому флоту в целом. Дефект, который выражается величиной скорости, определяется делением на **полный** тоннаж судна и на число часов в году. Результат деления выражается дефектом скорости, величина которого оказалась 4,5 км/ч.

Обратим внимание на технику получения количественных оценок. Все дефекты выражаются через потерю технической скорости, и мы заранее знаем, что сумма этих потерь не превосходит величину 23 км/ч. Получение количественных выражений всегда доставляет трудности разработчикам машинных информационных систем и комплексных целевых программ только потому, что качество, определенное корректно, есть то, что допускает только количественные различия. Здесь та же трудность, которая встречается среди читателей «Капитала», особенно его первой главы, которым не доводилось читать «Науку логики» Гегеля.

В то же время, как нетрудно видеть, каждый дефект в использовании технической возможности морского флота порождает функцию управления: мы очень легко находим, что имеется зам. министра морского флота, который несет персональную ответственность за то, чтобы за счет использования изобретений и усовершенствований время пребывания корабля в ремонте становилось меньше. Совершенно естественно, что мы можем уже приступить к формированию целевой программы «сокращение времени ремонта кораблей». Здесь и появляется потребность в наличии идей, использование которых позволит сократить имеющиеся потери.

Это взаимно однозначное соответствие между дефектами и управленческими функциями и приводит к трудностям разграничения ответственности, если не используется «метод дефектной ведомости».

Аналогичным образом устанавливается и следующий дефект. Мы имели в списке предположений и такое: все суда полностью

загружены. Само собой разумеется, что требуется время, чтобы загрузить корабль. Не менее очевидно, что прибывший груз необходимо выгрузить. Здесь возникают новый вид дефекта и новая функция управления: процесс погрузки-разгрузки.

Опять повторяется уже известная процедура: умножаем грузоподъемность корабля на его техническую скорость и на время, которое он находился под погрузочно-разгрузочными операциями. Суммируем по всем кораблям за прошедший год. Полученная величина снова дает количество неиспользованной технической возможности морского флота. Дефект выражается опять величиной скорости после деления полученной величины неиспользуемой технической возможности на число часов в году и на полный тоннаж флота. Результат – дефект скорости оказался равным 3,8 км/ч.

Снова находим функцию управления в лице либо зам. министра, либо начальника соответствующего управления, которые ведают осуществлением погрузочно-разгрузочных работ...

Нетрудно видеть регулярность как процедуры выявления дефектов, так и процедуры формирования структуры управления. Последняя является также и «деревом целей» совершенствования системы управления морским флотом страны.

Рассмотрим теперь новую область использования дефектной ведомости. Требуется увеличить объем перевозок на 10%. Этого можно достичь двумя способами:

1. экстенсивный путь – купить еще 1 млн. т тоннажа флота;
2. интенсивный путь – сократить простой судов на ремонте, при погрузке, разгрузке и т. д. и увеличить скорость транспортировки грузов с 5 до 5,5 км/ч; прирост скорости транспортировки на 1 м/ч = 2 т золота.

С момента детального разбора приведенного примера прошло почти 20 лет, а «воз и ныне там»...

Нетрудно видеть, что прием «дефектной ведомости» пригоден не только для морского флота, но и для речного флота, и для автомобильного, железнодорожного транспорта, авиации и даже трубопроводов.

Но этого мало. Однажды председатель Госплана бывшей Латвийской ССР М. Л. Раман пригласил одного из членов упомяну-

той группы на совещание в Госплан Латвийской ССР. В Рижском порту скопилось 24 иностранных судна с зерном, которые ждали разгрузки. За простой каждого корабля платили неустойку в 6000 долларов в сутки, т.е. 144 000 долларов в сутки за все корабли... Как сократить величину ожидаемой выплаты?

Начальнику порта задавался один и тот же вопрос о величине технической возможности скорости разгрузки, т.е. об установлении числа механизмов (кранов) и их технической (паспортной) производительности. Фактически требовалось ответить: сколько тонн в час (по паспорту) могут выдержать все технические средства порта? Минут десять мы обсуждали некоторые вещи, не имеющие отношения к делу. Цифру технической возможности начальник порта назвать не мог, но упорное требование показать долю используемых технических средств при выполнении данной работы вынудило признание: не хватает 400 докеров.

Следующие примеры делал председатель Госплана Латвийской ССР. Он поинтересовался (через две недели после начала сенокоса, когда скосили 20% сена от плана), сколько имеется в республике косилок. Перемножив число косилок на их «паспортную производительность», он убедился, что при полном использовании технических возможностей косилок все сено можно скосить за 72 часа.

Заключение

Как классификатор материалов и технических средств, так и «метод дефектной ведомости» можно использовать для анализа процесса производства и в условиях социализма, и в условиях капитализма. Некоторые попытки получить подобный классификатор и подобный прием (типа дефектной ведомости) делаются наукой и за рубежом. Подлинный вопрос состоит в другом: почему такое понимание природы производственных процессов получено именно у нас, да еще более двадцати лет тому назад?

Ответ состоит в том, что мы используем метод К. Маркса. Природа этого метода анализа и решение проблем общественной жизни предполагают у пользователя наличие знаний общественных, естественных и технических наук одновременно. Мы выбрали для первой «обкатки» прикладного использования метода К. Маркса

са его применение к решению проблем научно-технического прогресса, четко отделяя интенсивный путь развития от экстенсивного. Легко видеть, что приведенный метод не имеет ничего общего с разговорами о научно-техническом прогрессе.

Для выделения деловых людей в массе демагогов предлагается задача 5%-го темпа роста производительности труда, которая не позволяет использовать «манипуляцию с ценами». Это означает 25 %-й темп роста производительности труда за 5 лет. Вопрос звучит так:

Каков образ действий вашего предприятия или отрасли для того, чтобы через 5 лет ту работу, которую делали 5 человек, смогли выполнить 4 человека без потерь качества продукции?

Такой вопрос сразу позволяет отместить демагогию и болтовню – либо такие предположения есть, либо их нет. Общество должно держать под контролем механизм одобрения идей, ориентированных на рост производительности труда, и способствовать их воплощению в материальное производство.

Этот подход заменяет разговоры на тему «как распределять?» на «как больше производить?».

Образцова Р. И., Кузнецов П. Г., Пшеничников С. Б. Система СПУТНИК²⁶

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.

²⁶ Работа написана в 1990 г. Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П.Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том V. Введение в сетевое планирование. Работы разных лет. — М.-Дубна: Русское космическое общество (РКО) – Международная научная школа устойчивого развития им. П.Г. Кузнецова, 2021. — С. 111-125.

Создание общей программы работ, исполнители которых имеют различную ведомственную подчиненность, предполагало «прораствание» 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 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.

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.

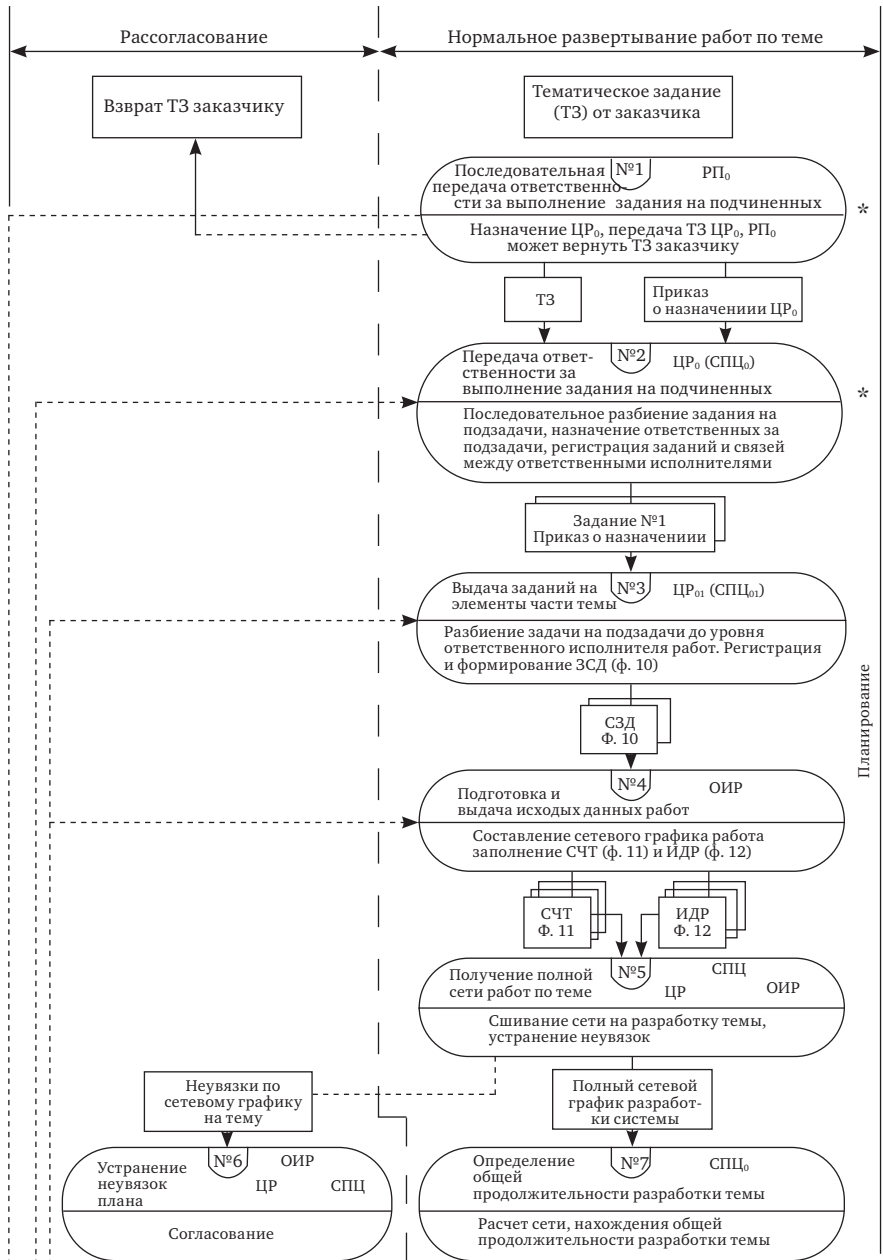


Рис. П. 1. Блок-схема развертывания работ по новой теме с использованием системы СПУТНИК-1

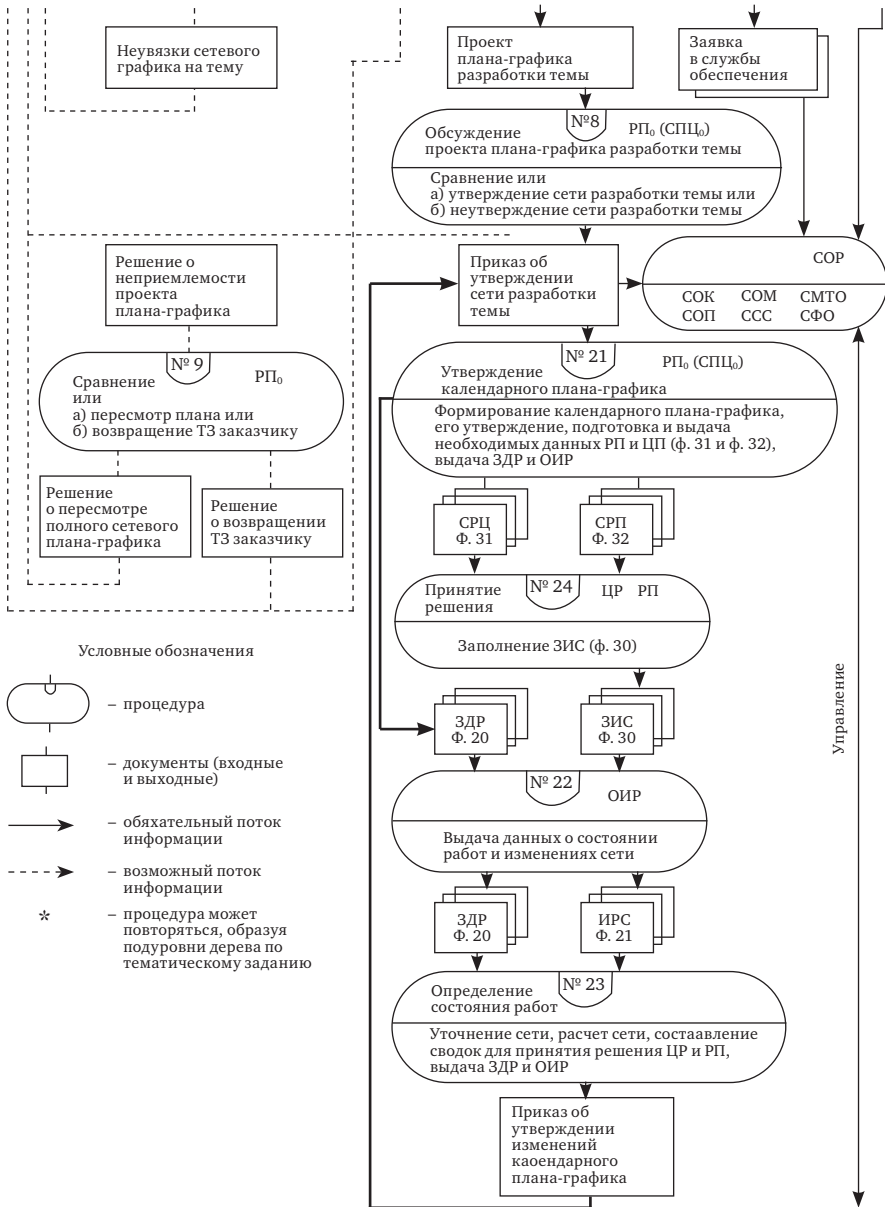


Рис. П. 1 (окончание)

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 (ЦРО). Назначение ЦРО 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.

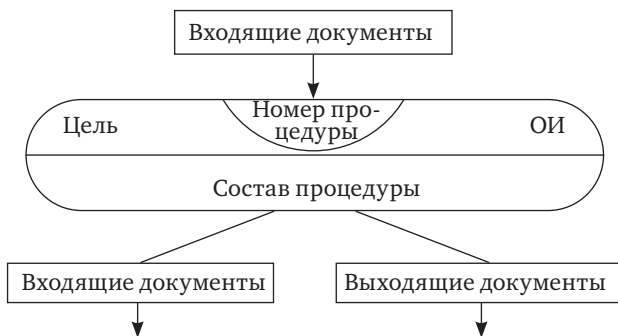


Рис. П. 2. Форма представления процедуры

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.

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 ре-

зверв времени колеблется от 5 до 13% от срока выполнения всего задания.

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

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										
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.

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).

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

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.

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

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

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-2²⁷**

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 не закрашенными 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.

²⁷ Работа написана в 1990 г. Текст публикуется согласно изданию: Кузнецов П. Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том V. Введение в сетевое планирование. Работы разных лет. – М.-Дубна: Русское космическое общество (РКО) – Международная научная школа устойчивого развития им. П. Г. Кузнецова, 2021. – С. 126–129.

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 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		Должно быть	Фактически	Требует решений	
						сколько	№ контрольных карточек
Срок окончания							
Объем финансирования							
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 плана-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 иллюстрации:

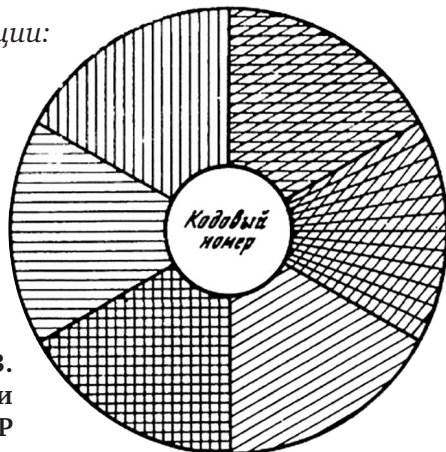


Рис. П.3.
Изображение контрольной точки
в системе СКАЛАР

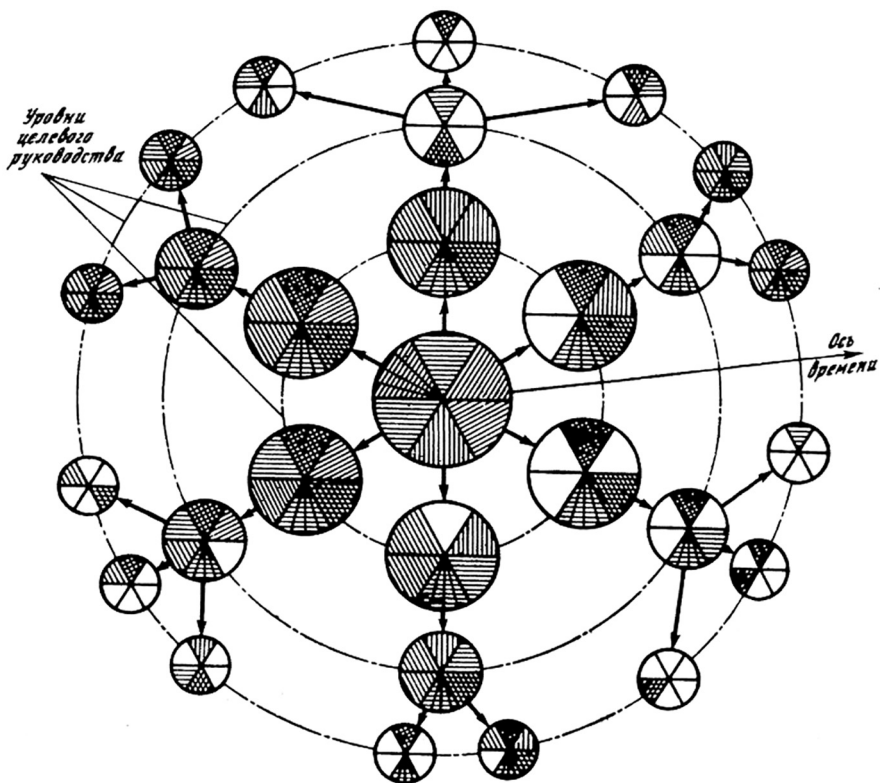


Рис. П. 4. Представление карты хода разработки в системе СКАЛАР

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ
КУЗНЕЦОВ Побиск Георгиевич

Составители: Шамаева Е. Ф., Попов Е. Б.
E-mail: center@guu.ru; ef_shamaeva@guu.ru
Москва, 2023 год
Верстка: Андрианов С. А.

Подписано к печати 21.09.2023.
Формат 65x53/8. Бумага офсетная.
Гарнитура CharterС. Печать офсетная.
Тираж 200 экз. Заказ № 1530.

Отпечатано в ООО «Графика»
с готовых оригинал-макетов
без изменения содержания
601650, г. Александров,
Владимирская обл., Красный переулок, д. 13
Телефон: 8(49244) 3-20-10, 3-20-11.
e-mail: algortip@mail.ru