

Раб.С.
Г-87

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ГРОМОВ Г.Р.

НОВЫЕ МЕТОДЫ ВНЕДРЕНИЯ ЭВМ В УПРАВЛЕНИЕ ЭКОНОМИКОЙ:

ГУММАНИТАРНАЯ ИНФОРМАТИКА.

ЭКОНОМИКА
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
МЕТОДЫ

Том XXIV

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК)

3

МОСКВА · 1988

обм 381

ной (лабораторной) апробации хозяйственных нововведений. Нам представляется, что тематика, связанная с модельными экспериментами в экономике и модельными тренажерами для экономистов, обещает стать весьма плодотворной и журнал намерен держать ее в зоне постоянного своего внимания.

НОВЫЕ МЕТОДЫ ВНЕДРЕНИЯ ЭВМ В УПРАВЛЕНИЕ ЭКОНОМИКОЙ: ГУМАНИТАРНАЯ ИНФОРМАТИКА

Громов Г. Р.

(Москва)

Внедрение мини- и микроЭВМ в самую гущу народнохозяйственных проблем управления ставит перед информатикой принципиально новые, более сложные задачи и неизбежно накладывает на эту точную дисциплину отпечаток гуманитарных наук.

По-видимому, первым толчком к такому переосмыслению методологических основ информационной технологии послужил кризис прикладного программирования, широко дискутируемый на страницах научной периодики конца 70-х годов. В то время одна из крайних точек зрения была сформулирована в 1978 г. Р. Лемосом: «Информатика не является и никогда не будет точной наукой, как, например физика или математика. Эта новая наука значительно ближе к таким гуманитарным наукам, как психология или социология, которые имеют дело со всей сложностью неопределенного по своей сути человеческого бытия» [1, с. 175].

В 80-х годах новая волна радикального пересмотра содержания и методов информатики оказалась связана с появлением персональных ЭВМ (ПЭВМ). Массовый характер внедрения ПЭВМ в народное хозяйство и соответственно резкие качественные изменения в характере труда специалистов различных отраслей экономики потребовали подойти к новому этапу компьютеризации с принципиально иными мерками и критериями, чем это было традиционно принято при оценке развития предшествующих поколений вычислительной техники.

Рассмотрим некоторые, как показывает зарубежный опыт [2-4], наиболее важные аспекты гуманизации информатики в условиях массовой компьютеризации, например сферы управления экономикой.

Структура общего фонда профессиональных знаний и опыт автоматизации. Общая структура фонда накопленных человечеством профессиональных знаний с точки зрения их доступности для формализации современными средствами может быть представлена в виде быстро сужающейся пирамиды. В основании ее лежит значительный по объему слой, который до самого последнего времени был практически недостижим для какого бы то ни было внешнего доступа. Элементы этого слоя — индивидуально накапливаемые «мастерами» знания и навыки, принципиально неотчуждаемые от их авторов традиционными методами формализации. Намного меньший следующий слой образуют знания, которые могут быть переданы, но лишь в процессе длительной совместной работы. Еще выше лежат знания, которые можно передать средствами традиционного обучения. И наконец, венчает пирамиду едва различимый слой — верхушка, потенциально формализуемые знания, которые пока только и остаются общедоступными и интегрируемыми. Пополнение же «пирамиды знаний» идет преимущественно через индивидуализированную ее основу.

До сих пор объектом автоматизации на базе ЭВМ мог быть лишь самый верхний слой пирамиды задействованных в реальном процессе управления профессиональных знаний. Традиционно технология их переноса на язык ЭВМ осуществлялась в конкретной предметной области профессиональными математиками и программистами в три этапа: мате-



математическая модель — алгоритм — программа (так называемая типовая «триада» формализации).

Моделирование предполагает, как известно, возможность предварительного выделения из большого числа факторов, реально влияющих на решение любой практической задачи, относительно небольшого количества наиболее важных, что позволяет абстрагироваться при изучении математической модели от необозримой сложности реального мира. Понятно, что в задачах, где априорно это невозможно, не может быть использован указанный традиционный механизм абстракции. С данным обстоятельством связана принципиальная сложность формализации слабоструктурированных задач. Непреодолимая, как правило, трудность на пути описания такого типа задач — необходимость учета слишком большого числа факторов, относительный вес которых непредсказуемо меняется в процессе реализации. Именно это обстоятельство ограничивало до сих пор возможность применения ЭВМ в решении такого типа прикладных задач. Приходилось либо искать какие-то особые подходы, либо объявлять такие задачи, скажем «донаучными», т. е. закрывать проблему старым и поэтому безусловно надежным приемом — «зелен виноград».

Проектирование систем автоматизации производства исключительно однонаправленное — от модели к программе (сверху вниз) было наиболее характерно для процесса всеобщей «АСУ-низации». К началу 80-х годов эта волна прошла, оставив стойкое неприятие разработчиками и заказчиками всякого рода догматов в компьютерной науке и технологии.

На традиционном пути формализации от модели к программе ЭВМ удавалось передать лишь очень малую долю потенциально формализуемых знаний. В этом, видимо, и заключается одна из причин относительно слабого влияния, которое успели пока оказать ЭВМ на экономическое управление в индустриально развитых странах. Сегодня есть твердые основания предполагать, что позитивные сдвиги в экономической эффективности внедрения ЭВМ в народное хозяйство станут заметны к началу 90-х годов и будут связаны прежде всего с феноменом персональных вычислений.

Персональные вычисления — это впервые предоставленная миллионам специалистов возможность работать без посредников один на один с инструментом автоматизированной обработки информации.

Отдельные «еретические» эпизоды в работе непрограммирующих профессионалов за пультом ПЭВМ, завершаемые созданием реально полезной прикладной программы в тех областях, где задел формализованных знаний ранее полностью отсутствовал, становятся по мере массового распространения ПЭВМ все более частым явлением, а в последнее время начали обретать в промышленно развитых странах контуры массового производственного процесса. Первый, самый мощный и наиболее быстро растущий слой профессиональных знаний оказывается при этом достигаем для человека с компьютером. Разумеется, чуда не происходит: специалист, как и раньше, может проникнуть лишь в свою собственную «персональную зону» этого слоя, но выходит он из нее нередко с работающей программой, представляющей продукт формализации его собственных знаний.

По мнению итальянского ученого Дж. Атарди, процесс работы «непрограммирующего профессионала» с ПЭВМ характеризуется в первую очередь «приоритетом действия над планом: видеть и действовать, а не запоминать и писать» [5]. Как отмечал А. П. Ершов [6, с. 16], это оказывается сегодня одним из наиболее существенных отличий «программирования для себя», которым заняты миллионы пользователей ПЭВМ, от стиля работы значительной части профессиональных программистов, выполняющих, как правило, работы «на заказ».

Каким бы способом программа ни была разработана, если в конечном итоге опыт ее эксплуатации показывает, что она обеспечивает эффективный режим функционирования рассматриваемого экономического

объекта, то это означает, что кроме непосредственного улучшения производственных результатов получен и весьма важный побочный результат — формализованное описание исследуемого процесса. Понятно, что такой «побочный продукт» может в ряде случаев оказаться сам по себе куда более ценным, чем непосредственно наблюдаемый на данном рабочем месте локальный экономический эффект от ЭВМ.

Итак, кроме нового «компьютеризованного изделия», обеспечивающего, например, более эффективный режим работы устройств и оборудования, важнейшим результатом персональных вычислений оказывается зафиксированный на машинном носителе готовый к тиражированию формализованный фрагмент из ранее принципиально недоступного формализации слоя индивидуального знания. Вновь созданная «непрограммирующим профессионалом» программа может затем применяться либо на одном или нескольких рядом расположенных рабочих местах, либо в качестве документа, специфицирующего условия правильности другой, функционально ей эквивалентной программы, заказанной для исполнения бригаде профессиональных программистов, когда требуется, например, повысить эффективность предназначенной для тиражирования программы.

От формализации к автоформализации профессиональных знаний. Процесс формализации профессиональных знаний, осуществляемый в режиме персональных вычислений, — принципиально новая и важная форма интеллектуальной деятельности. Поэтому целесообразно обозначить этот процесс специальным термином — автоформализация [7—9].

Разумеется, ни ПЭВМ, ни какие-либо другие инструменты не могут сами по себе резко изменить исторически сложившихся границ формализации профессиональных знаний. Если мы говорим о том, что сегодня появляется возможность автоформализации профессиональных знаний средствами ПЭВМ, то должно быть ясно, что при этом существенно трансформируется и само понятие «формализация».

Представляется целесообразным размежевание областей приложений промышленного программирования, выполняемого исключительно профессиональными программистами, и процесса автоформализации знаний, в который постоянно вовлекается все большее число «парапрограммистов» — самого массового контингента пользователей ПЭВМ. Разработанная в режиме персональных вычислений программа должна оцениваться по совершенно иным критериям, чем профессионально создаваемый программный продукт, потребительская ценность которого вообще не может обсуждаться до получения сертификата о безошибочном прохождении комплекса узаконенных тестов. В то же время продукт автоформализации профессиональных знаний, напротив, часто оказывается локально полезным еще задолго до окончательной доводки соответствующей программы. Более того, для многих из такого типа программ сама по себе постановка задачи на достижение близкого к 100% уровня надежности может быть экономически бессмысленной, в то время как программа, которая надежно «срабатывает» даже менее, чем в половине практически интересных случаев, нередко дает весьма ощутимый прирост производительности труда на автоматизируемом рабочем месте.

Разные задачи, технологии, области приложений ведут к принципиально различным критериям качества процесса формализации профессиональных знаний. Само понятие формализации наполняется новым инструментальным смыслом и далеко выходит за те жесткие дедуктивно-логические рамки, в которых оно сформировалось за первые 25 веков развития доминирующей сегодня «античной ветви» математики. Успех или неудача акта формализации все чаще определяется не уровнем его логической доказательности, а принципиально иными «прагматическими» критериями (например, в ряде случаев это могут быть экономические критерии).

Инверсная «триада» и новые подходы к автоматизации. Профессионал в данной предметной области, как правило, знает как найти верное

решение практически в любой конкретной ситуации, которая может возникнуть в ходе реального производственного процесса, однако может не знать, какие именно рабочие ситуации и в какой последовательности сложатся на очередной «трассе решения». Главное внешнее отличие режима персональных вычислений от традиционных методов программирования заключается поэтому в том, что к моменту пуска первого варианта программы ее автор не уверен в том, что знает верный путь решения. Все, чем он располагает, — основанная на профессиональном опыте уверенность, что выход из любой конкретной ситуации будет найден «по месту», непосредственно в диалоге с ЭВМ в контексте процесса решения.

Автоформализация профессиональных знаний позволяет при необходимости вернуться к математическому исследованию автоматизированного средствами персональных вычислений производственного процесса. В ряде случаев можно взять текст составленной непрограммирующим профессионалом программы для реконструкции по ней хотя бы самых общих контуров неосознанно применяемого автором алгоритма управления. При этом может быть сделана попытка использовать восстановленный алгоритм как базу для создания методами промышленного программирования на заказ более эффективной по машинным ресурсам программы, функционально эквивалентной исходному макету, построенному в режиме автоформализации. Такая потребность возникает, скажем, когда экономически целесообразно начать массовое тиражирование найденного в режиме персональных вычислений технологического решения.

Наконец, в случаях, когда ставится задача объединить между собой «островки автоматизации», например отдельные технологические участки в автоматизированный цех, может потребоваться для разработки алгоритма управления следующего уровня еще более углубленное исследование ранее созданной программы, т. е. завершить движение по трем уровням абстракции исходной задачи: модель — алгоритм — программа в направлении снизу вверх.

Итак, упомянутая типовая триада не утрачивает концептуальной целостности независимо от использования традиционной технологии нисходящего или восходящего проектирования. Там, где это возможно, разработчик программного комплекса идет в рамках традиционной технологии от модели к программе. Когда этот путь оказывается неприемлем, обращаются к инверсной триаде и проектирование комплекса ведут путем его последовательного усложнения от частных решений к интегрированной системе: снизу вверх. Понятно, что конкретный путь решения целиком и полностью диктует предметная область, а не тот или иной догмат академической веры.

Новые возможности породили и новые подходы. Недавний дорогостоящий опыт автоматизации экономического управления показал, что избежать «реакции отторжения» сложившимся организационным механизмом чужеродного тела — функционирующей на основе формально заданных принципов системы автоматизации, можно лишь при поэтапном «вживлении» ее отдельных подсистем в «тело» организации. Общий смысл нового подхода: дорожки сначала протоптывают, а потом уже асфальтируют. В начале 80-х годов вместе с ПЭВМ появилась и концепция «архипелага автоматизации». Сначала ЭВМ должна стать неотъемлемой, органичной частью действующей структуры организации, должны возникнуть и доказать свою локальную полезность островки автоматизации на базе компьютерной технологии и только затем уже можно будет ставить вопрос о наиболее рациональных способах их поэтапного объединения в формально взаимодействующие системы.

По-видимому, секрет особой живучести эволюционно усложняющихся систем по сравнению с циркулярно насаждаемыми АСУ заключается, кроме прочего, и в том, что в их структуру и алгоритм функционирования оказываются поэтапно запаены методами автоформализации многолетний опыт и профессиональные знания сотрудников о наиболее рациональных, а в некоторых случаях и уникальных для данной орга-

низации способах формирования информационных потоков и управляющих воздействий.

Гуманизация технологий. Исторически первые этапы механизации производства, связанные с уменьшением физических нагрузок и сужением функциональной зоны ответственности рядовых исполнителей, вызвали, как неоднократно отмечалось, далеко не однозначную реакцию рабочих. Если снижение требуемых физических усилий исполнителя обычно рассматривается как положительный фактор, то последовательное измельчение этапов технологического цикла и соответственно жесткая специализация рабочих процедур оказываются постепенно все более тяжелым эмоциональным бременем, ведут шаг за шагом к социальной деградации — «обесчеловечиванию» процесса труда.

Еще в XVIII в. А. Смит отмечал, что специализация труда неизбежно приводит к снижению интеллектуального уровня производственных задач за тот недопустимо низкий предел, когда рабочий оказывается «тупым и безразличным» исполнителем.

На этапе массовой компьютеризации промышленного производства именно эти, так называемые *гуманитарные аспекты технологии*, начинают приобретать ключевую роль. Окажется ли оператор автоматизированной новейшими микропроцессорными средствами производственной установки в старой роли бездумного исполнителя, рефлекторно нажимающего ту или иную кнопку электронного пульта в ответ на определенный технологический стимул, или же на этом новом витке диалектической спирали автоматизации появится наконец-то возможность включить в процесс решения массовой производственной задачи наиболее мощные глубинные слои человеческого интеллекта? Решение этой критически важной сегодня социальной и технико-экономической проблемы потребует интенсивных, тщательно скоординированных усилий специалистов самых различных областей знаний. Одна из первых целевых междисциплинарных научных дискуссий «Гуманизация интегрированных систем компьютерного производства» была организована в 1986 г. на конференции по космической технологии в Калифорнии (США) [2, с. 32].

Среди сложного комплекса взаимосвязанных задач, которые встают на пути решения проблемы активизации творческого начала в производственной деятельности рабочих автоматизируемых предприятий, первой по порядку решения оказывается задача подготовки безстрессового перехода ранее сложившегося коллектива в принципиально новую для них понятийную сферу. Как отмечает американский психолог Д. Фридланд, в условиях современного крупного промышленного предприятия любые заметные изменения характера производственного процесса неотвратимо приобретают для большинства его участников характер мучительно тягостного, а нередко и разрушительного стресса. Причем происходит это даже в том случае, — подчеркивает психолог, — когда условия работы ... улучшаются! Результаты исследований, проведенных им непосредственно на модернизируемых конвейерах и испытательных стендах одного из заводов космической электроники, показывают, что сегодня более 60% рабочих оказываются не в состоянии осознать даже самый общий смысл характера ожидаемых перемен, так как не могут понять простейших документов, обычно заранее подготовляемых с этой целью администрацией [2, с. 32].

Как же организовать переподготовку рабочих производственных подразделений таким образом, чтобы они рассматривали себя не пассивными жертвами очередного этапа автоматизации, а его активными заинтересованными участниками? По мнению ведущих экспертов США, решить эту задачу, видимо, будет значительно труднее, чем заменить устаревший станочный парк. Для оценки экономического веса такого типа задач достаточно сказать, что, например, по оценке председателя правления американской компании «Ксерокс» Д. Кирнса, общие расходы корпораций США на профессиональное обучение персонала превышают 200 млрд. долл. в год (т. е. достигли уровня расходной части военного

бюджета США) и продолжают расти. Только компания «Ксерокс» израсходовала на эти цели в 1986 г. 240 млн. долл. [3, с. 95]. В более общем контексте, отмечает Дж. Мартин, «для современного общества становится все более настоятельной необходимостью развивать человеческий потенциал с той же скоростью, как развивается потенциал технологический. Во многих случаях,— считает он,— мы все еще не справляемся с этой задачей...» [4, с. 69].

Наиболее ярким за последнее время симптомом грядущего процесса революционного преобразования базовых социально-психологических концепций автоматизации промышленного производства является так называемая *игровая компонента* — первый массовый элемент гуманизации информационной технологии.

Игровая компонента ПЭВМ. Всем разработчикам экономико-математических методов памятен так называемый психологический барьер их неприятия практикой. В 60—70-е годы этот вопрос достаточно широко обсуждался на конференциях и в литературе. Как показывает опыт, наиболее эффективно этот барьер снимается при массовом использовании игр, поставляемых в составе программного обеспечения ПЭВМ.

Игровые программы, как правило, были в комплекте программного обеспечения любой ЭВМ еще задолго до появления ПЭВМ. Однако если «игровая начинка», например, настольных мини-ЭВМ, выпускаемых на рубеже 70-х годов, строилась по вполне разумному с точки зрения солидных фирм принципу «делу время — потехе час», то архитектура первой массовой ПЭВМ, разработанной в 1976—1977 гг. фирмой «Apple», была подчинена принципиально новой концепции: «работать, играя!». По мнению Р. Эйнсуорта (творческого директора одной из ПЭВМ-ориентированных программно-технических фирм США), «многое следует из того, что процессы написания программ, создания музыки и стихов сходны... Обычно компьютеры представляются либо как машины, либо как рабочие инструменты, идею же компьютера как инструмента творчества еще только предстоит осознать» [10, с. 81].

Основное назначение так называемых вводных игровых программ ПЭВМ — пробудить у пользователя творческую активность в программировании, вызвать у него стремление понять, что это такое, чтобы начать затем самостоятельно создавать свои первые программные конструкции. Главное на этом этапе, подчеркивает Р. Эйнсуорт, — избавиться себя от вопроса: «Для чего это нужно?». Это все равно, что спрашивать: «Для чего нужна песня?» [10, с. 81].

Чем объяснить, что именно «игровая закваска» смогла вызвать столь бурный рост областей применений и тиража ЭВМ? Вопрос этот возникает уже потому, что, как известно, в первый же год их выпуска более двух третей всего тиража персональных ЭВМ было куплено не для досуга, как ожидали разработчики и изготовители этих «несерьезных машин», а для использования непосредственно в сфере основных профессиональных интересов их владельцев, причем эта пропорция сбыта сохраняется до настоящего времени. Означает ли это, что миллионы профессионалов, занятых в различных сферах хозяйственной деятельности США, вкладывают в среднем почти месячную зарплату (а нередко и много более того), чтобы играть в рабочее время в «космическую войну» или синтезировать за пультом ЭВМ мелодию модного шлягера?

Чтобы попытаться ответить на этот вопрос, сначала кратко отметим, что было известно к моменту появления персональных компьютеров о влиянии игровой компоненты* на процессы обработки информации человеком.

Хорошо известно стимулирующее воздействие игровой компоненты на обучение, особенно в дошкольном воспитании, где она давно и общепризнанно является основной. Еще М. Монтень настаивал, что «игры детей — вовсе не игры и что правильнее смотреть на них, как на са-

* См. раздел «Игровая компонента — первое функциональное отличие персональной ЭВМ» в [8, с. 124—127].

мое значительное и глубокомысленное занятие этого возраста» [11, с. 103]. Однако без особых обоснований, «по умолчанию» принято было считать, что с возрастом влияние игровой компоненты слабеет. Поэтому, например, учеба в школе, а уж тем более высшей, далека от игр (кроме, может быть, спортивных).

Персональный компьютер оказался исторически первым индивидуальным инструментом, который позволил конструктивно преодолеть это противоречие, предоставил возможность миллионам людей, занятым в информационной сфере народного хозяйства, перейти от вековой отупляющей рутины монотонного перемалывания информации (известно, что рутинная часть работы даже у людей творческих профессий отнимает большую часть общих трудозатрат), к игре с этими потоками информации. Ситуация качественно изменилась, когда стало возможным увидеть меняющуюся форму и цветовую гамму информационных потоков (например, подвижные цветовые гистограммы вместо необозримых таблиц), услышать их «журчание» (смена тональных посылок, сопровождающая циклическую обработку данных, нередко позволяет на слух воспринимать и контролировать режим обработки), а в ряде случаев, и пускать в эти потоки «кораблики» (электронная почта). Возможность «своими руками» синтезировать в цвете и музыке интуитивно возникающие образы информационных объектов, над которыми приходится выполнять сложные преобразования, позволяет, как правило, резко повысить эффективность индивидуального творческого процесса. Более того, часто выясняется, что сопровождающая работу по программированию информационных образов игровая компонента сама по себе невольно растормаживает и активно стимулирует творческое воображение, создает предпосылки к отысканию новых нетрадиционных путей решения конкретной производственной задачи.

Согласно С. Джобсу (одному из создателей первой ПЭВМ), основное назначение персонального компьютера заключается в том, чтобы освободить человека от гнета рутинной обработки информации, оставляя ему «делать то, что он может делать лучше, чем любой из созданных им приборов: концептуально мыслить» [12, с. 22].

По мнению ведущих американских ученых, есть основания ожидать, что «компьютерные игры и процесс обучения с помощью компьютеров, постепенно сближаясь, видимо, скоро окажутся единым и нерасторжимым понятием» [13, с. 94]. В качестве примера упоминалась в этом контексте достаточно типичная игра под названием «Одиссея роботов», которая является одновременно интересным развлечением и достаточно серьезным учебным курсом. Игра формирует профессиональные навыки в области конструирования электронных схем. На экране ЭВМ разворачивается увлекательная борьба между маленьким гомункулусом, управляемым командами с пульта, и различного типа роботами, препятствующими или помогающими его передвижениям в лабиринте. Участники такой игры незаметно постигают основные принципы алгебры логики и азбуку ее схемной реализации. После нескольких сеансов за пультом участник компьютерной «Одиссеи» начинает самостоятельно конструировать на экране первые блок-схемы необходимых ему по сценарию игры «роботов-союзников». При этом «то, что играющий обретает способность самостоятельно конструировать логические схемы, имеет кроме прочего важное психологическое значение. По мере того, как участник игры приобретает опыт, «переплавляя» схемы роботов-компаньонов, у него развивается чувство уверенности в своих силах, а уверенность — это лучшее противоядие от ощущения холодной неприступности, которое порой внушают нам компьютеры... Ощущение загадки, таящееся в черном ящике, пропадает. Человек начинает чувствовать себя полным хозяином положения» [13, с. 98].

Трудно переоценить значение компьютерных игр в деле профессиональной подготовки поколения трудящихся, которым в 90-х годах надо будет начинать свою трудовую деятельность в мире, насыщенном вычислительной техникой. Окажется ли это поколение достаточно подго-

товленным, чтобы раскрыть потенциал своей творческой фантазии за пультом ПЭВМ («станков второй промышленной революции»), будет в значительной степени зависеть от того, получают ли они возможность еще в детской игре усвоить границы возможного и невозможного для мира ЭВМ — мира, в котором нет физических границ, привычных человеку с первого вдоха (а может быть и ранее) по жизненному опыту; мира, в котором границы реальных возможностей человека впервые прямо соприкасаются с границами его фантазии, но действуют совершенно иные законы. Понять эти, не имеющие аналогов в окружающем нас мире, законы взаимодействия физически неосязаемых информационных образов с реальными материальными объектами еще в детском возрасте на эмоциональном уровне может оказаться более важно, чем постигнуть их затем в регулярной учебе логикой рассудка.

В целом же, с прикладной точки зрения, компьютерные игры сегодня представляют собой в первую очередь тренажеры: от простейших по сюжету игр, развивающих навыки работы оператора за пультом производственной системы управления на основе ЭВМ, до сложных игровых комплексов, которые все более интенсивно внедряются в самые различные сферы профессиональной подготовки.

Навыки повседневной работы с «бесплотными информационными образами» за пультом, например, систем автоматизации проектирования (САПР), которые сейчас, как правило, все еще с большим трудом удается приобрести инженерам «от кульмана», воспитанными «листами и эшорами» на кафедрах начертательной геометрии и черчения, оказываются привычными, естественным способом творческого самовыражения для студентов поколения «компьютерных игр». В ряде стран поэтому абитуриент уже просто обязан предъявить в приемную комиссию вуза вместе с документом о среднем образовании свой персональный компьютер, подобно тому как еще не так давно (каких-нибудь два-три столетия назад) предъявляли ученики своим наставникам грифельную доску.

Интуиция и формальная логика: дуализм творческого процесса. Следует особо отметить, что задача изучения характера взаимодействия интуитивной и логической компонент в творческом процессе привлекала внимание исследователей еще задолго до того, как с появлением «феномена ПЭВМ» эта проблема оказалась в ряду наиболее актуальных [14–16], определяющих методологические основы массовой компьютеризации.

В 1969 г. советский психолог М. Г. Ярошевский высказал предположение о функциональном дуализме этих двух традиционно противопоставляемых компонент. По его мнению, «имело бы смысл применить нечто сходное с «принципом дополнительности» в физике к трактовке отношений между формализуемыми (объективно отчуждаемыми от субъекта) и неформализуемыми, интимно личностными, неотчуждаемыми от субъекта компонентами творчества. Не утратило бы тогда свою антитетичность противопоставление интуитивного акта, относимого к сфере психологии, и формализованной операции, относимой к логике, пронизывающее на протяжении веков учение о творчестве?» [14, с. 55].

Есть, видимо, основания предполагать, что для всех обозримых сегодня эшелонов научных исследований, профессионального искусства или интеллектуального ремесла (к последнему относят и повседневную практику программирования) и для признанных лидеров, и для рядовых специалистов, выполняется общая закономерность развития творческого процесса: в относительно простых для данной предметной области задачах формальная логика «прокладывает» трассу решения, в наиболее сложных — лишь обосновывает пройденный путь, уступая первенство интуиции.

Ведущая тенденция, которая сложилась в первые десятилетия компьютерной эры в разделении труда между двумя партнерами по диалогу человек — ЭВМ, просматривалась достаточно четко: человек решает наиболее интуитивно нагруженную часть производственной зада-

чи, а машина — формально-логическую. Однако трудность в практической организации режима массового использования такого диалога заключалась в том, что вся тяжесть задачи предварительного вычленения формальной компоненты из всей совокупности профессиональных знаний в данной предметной области ложилась обычно на программиста. Характер возникающих при этом проблем в тех наиболее интересных случаях, когда прикладная задача не имеет ранее созданного «математического каркаса», обсуждается в [8, 9, 15, 16].

Феномен ПЭВМ [8, 9] позволил сделать шаг к преодолению этого противоречия. Оказалось, что может быть создан инструментарий, который даст возможность не только решать на ЭВМ формально поставленные задачи, но и помогать человеку в свершении «интимного» акта вычленения формализуемой компоненты из его индивидуальных знаний. Необходимые для повышения эффективности такого процесса научные методы и технические средства и образуют в совокупности «технологии автоформализации профессиональных знаний» [7, 9].

Еще недавно доступные лишь избранным (да и то далеко не в любой профессиональной области) возможности не только решать прикладную задачу, но и формализовать затем найденную схему решения, оказываются в режиме «персональных вычислений» рабочей рутинной для миллионов пользователей ПЭВМ.

Вряд ли требуют особых комментариев нередко высказываемые в связи с этим на страницах массовой печати рассуждения отдельных футурологов из процветающей ныне когорты технократических экстремистов, которые всерьез обсуждают влияние века информации на темпы рождения современных платонов, ньютонов, ломоносовых и эйнштейнов. Однако было бы в некотором смысле симметричным заблуждением не замечать ускорения темпов дренажа тонких методов творчества, традиционно связываемых с понятием «интеллектуальной элиты» в область массового рабочего творчества. Феномен ПЭВМ, который в значительной степени определяет сегодня темпы демократизации научного творчества — только одна из наиболее заметных вех этого процесса.

«Познать научную истину нельзя логикой, — настаивал В. И. Вернадский, — можно лишь жизнью. Действие — характерная черта научной мысли» [17, с. 39]. Первый универсальный прибор «познания действим» — компьютер — оказывается на рубеже двух тысячелетий также и первым техническим звеном будущей цепи связи двух культур: технологической и гуманитарной. Попытаться понять возможности синергизма этих двух ранее полностью независимых цивилизаций по существу означает сегодня сделать попытку разглядеть следующее измерение расширяющейся вселенной человеческого разума.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lemos R. S. Computing's Warring Camps: Uniglots Rhythmists and Others // *Data-mation*, 1978. № 3.
2. Kuzela L. Humanizing Automation // *Industry Week*, 1986. November 24.
3. Kearns D. Learning to learn. Changing our Schools // *Comput. World*, 1986. November 3.
4. Martin J. Technology Changes but Human Nature Stays the Same // *Comput. World*, 1986. November 3.
5. Attardi C. Office Information Systems Design and Implementation // *Technical Report*, № 47. Piza, 1980.
6. Ершов А. П. Персональные ЭВМ — предок млекопитающих в динозавровом мире ВЦКП // Матер. Всес. конф. Персональные компьютеры. Пущино, 23—25 ноября 1982. Пущино: ИЦБИ АН СССР, 1983.
7. Громов Г. Р. Персональные компьютеры — массовый инструмент для формализации профессиональных знаний // Тез. докл. Всес. конф. Диалог — человек — ЭВМ. Т. 2. Л.: ЛИАП, 1982.
8. Громов Г. Р. Национальные информационные ресурсы: проблемы промышленной эксплуатации. М.: Наука, 1984.
9. Громов Г. Р. Автоформализация профессиональных знаний // *Микропроцессорные средства и системы*, 1986. № 3.
10. Программы приобретают популярность // *Электроника*, 1981. № 2.
11. Монтень М. Опыты. Т. I, II. М.: Наука, 1980.

12. *Jobs S.* When we invented the personal computer... // *Comput. People.* 1981. V. 30. № 718.
13. *Дьюдни А. К.* Путешествие с роботами в Роботрополе и овладение навыками конструирования электронных микросхем // *В мире науки.* 1985. № 9.
14. *Ярошевский М. Г.* Логика развития науки и деятельность ученого // *Вопр. философии.* 1969. № 3.
15. *Громов Г. Р.* Программирование: ремесло, наука, искусство, технология... // *Микропроцессорные средства и системы.* 1985. № 1.
16. *Громов Г. Р.* Программирование как точная наука // *Управляющие системы и машины.* 1986. № 3.
17. *Бернадский В. И.* Размышления натуралиста. Научная жизнь как планетное явление. М.: Наука, 1977.

Поступила в редакцию
4 V 1987