

УДК 130.1

## **ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

**Г.Д. Волкова**

ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», Москва

На основе выявления особенностей познавательной деятельности в техносфере рассмотрены основные направления совершенствования техники и технологий, автоматизации интеллектуального труда, управление жизненным производящим циклом.

**Ключевые слова:** *познавательная деятельность, техносфера, теоретическая инженерия, информационные технологии.*

Одна из основополагающих характеристик социального бытия – непрерывное изменение, обновление. Наиболее ярко это проявляется в сфере производственной деятельности, первую очередь в технике, представляющей собой некий инструментальный комплекс, совокупность предметов, созданных человеком, с помощью которой он, по мнению Н. Бердяева, «производит настоящие чудеса» [1, с. 148] и технологии, воплощённой в определённой операциональной системе, включающей набор различных знаков и навыков, транслируемых внутри социума. Научная теоретическая инженерия исходит из двуединства техники и технологии, влияющей на различные сферы современного общества, развитие которого основано на широком применении информационных технологий. Последние проникли не только в производство, где появились системы автоматизированного проектирования и управления технологическими процессами, но и в другие сферы современного общества, экономика которого все больше и больше основывается на знаниях. Конкурентная среда актуализирует целый ряд вопросов, связанных с интеллектуальным капиталом общества.

Следует отметить, что проблематика исследования познавательной деятельности в техносфере лежит в фокусе как минимум трёх направлений – совершенствование техники и технологий, автоматизация интеллектуального труда, информационная поддержка и управление жизненным циклом изделий.

Информатизация на базе автоматизированных систем ставит сегодня перед специалистами в такой сфере, как инженерия знаний (термин введен Э. Фейгенбаумом в 1977 г.), целый ряд философско-методологических проблем, среди которых вопросы структурирования знания, разграничения его уровней, выявление удобных форм представлений и схем организации информации для ее передачи, концептуальное представление объектов техники и технологии и др. В числе философско-методологических проблем исследования техники и технологий

находятся также исследования особенностей познавательной деятельности при создании техники и технологий, выяснение специфики технических систем, раскрытие процесса конструкторского проектирования как средства творческой инновационной деятельности, определение центральных понятий цикла производства изделия, анализ структуризации и связей управленческих функций в процессе всего цикла производства.

Особую актуальность проблемам автоматизации интеллектуального труда придаёт обострение конкурентной борьбы в рыночных условиях, требующее от производителей искать резервы повышения эффективности производства, сокращения сроков создания изделия, повышения его качества и надёжности. Частичной автоматизацией наиболее «узких» мест производства (включая его конструкторско-технологическую подготовку и управление) практически невозможно добиться существенного сдвига в решении указанных проблем. Поэтому рынок программных продуктов, ориентированных на автоматизацию производственных и управленческих процессов различного назначения, обновляется гораздо более быстрыми темпами, чем само материальное производство.

Разнообразие программных систем и услуг, в котором достаточно сложно ориентироваться руководителям и специалистам машиностроительных предприятий, ставит перед ними не просто проблему выбора подходящего программного продукта, а выработки новых стратегических ориентиров в организации, функционировании и развитии производственной среды на их предприятии.

К новым стратегическим ориентирам можно отнести [2]: формирование, накопление и рациональное использование интеллектуальных ресурсов; гибкое планирование и управление всеми этапами создания изделий в виде со-параллельного (concurrent) их выполнения на базе единого информационного пространства; поэтапная комплексная автоматизация производственных (интеллектуальных и материальных) и управленческих процессов как внутри предприятия, так и совместно с другими организациями в рамках жизненного цикла изделий на базе ИПИ-технологий.

Умение ориентироваться в многообразии программных продуктов и услуг для решения проблем предполагает не только знание тонкостей этих систем и услуг, но и использование определённой иерархической классификации, позволяющей представлять в целом и их особенности, и диапазон применения, и совместимость.

Такое условие диктуется тем специфическим моментом, что, выбирая программный продукт или услугу, потребитель выбирает соответствующую концепцию или философию поэтапной автоматизации, что в конечном счёте скажется на развитии и функционировании производства в целом.

Особую остроту в современных условиях развития конструкторско-технологической информатики приобретают проблемы изучения

познавательной деятельности и представления знаний с целью оптимальной организации и эффективного использования интеллектуальных ресурсов на различных уровнях.

Переход к промышленному способу производства автоматизированных систем и комплексов до сих пор сдерживается [3; 5] 1) отсутствием универсального модельного представления (аналогичному языку чертежей и схем у технических объектов), инвариантного к программно-техническим средам и средствам реализации, которое позволило бы выделить в самостоятельную фазу процесс проектирования автоматизированных систем; 2) недостаточностью фундаментальных и прикладных исследований в области изучения закономерностей интеллектуальной и познавательной деятельности в сферах конструирования, производства и управления; 3) наличия комплекса проблем, связанных с представлением и интеграцией знаний и отображением их в вычислительную среду.

Научное сообщество определяет три глобальные проблемы в области информационных технологий [4].

*Информационная проблема.* Потребители информации в виде частных и государственных организаций во всем мире испытывают огромные трудности с обработкой и своевременным использованием получаемой всеми способами и средствами информации – из устных источников, публикаций, компьютерных сетей и т. д.

*Техническая проблема.* Процесс максимально быстрого создания и совершенствования конкурентоспособных технических систем и технологий в мире обрёл в настоящее время новую парадигму – концептуальное проектирование техники и технологий. Суть данной парадигмы в современных условиях состоит в получении конкурентоспособных идей на ранних стадиях разработки техники и технологий и минимизации ошибок при последующем их создании (конструкторском проектировании, подготовке производства и изготовлении) на основе поддержки концептуальной целостности различных представлений объектов техники и технологий.

*Образовательная проблема.* Подготовка новых поколений специалистов во всех областях профессиональной деятельности связана с переработкой, передачей и усвоением огромных интеллектуальных ресурсов, которые накопило человечество на традиционных (бумажных) и машинных носителях. Современные образовательные технологии основаны на репродуцировании уже имеющихся знаний и с учётом интенсивности роста информации и знаний «обречены» на длительный процесс подготовки и непрерывной переподготовки специалистов во всех сферах человеческой деятельности.

В основе этих проблем лежит ряд противоречий между объёмом информации и знаний, необходимых для принятия решений специалистами в разных областях деятельности, и возможностями (пропускной способностью) человека по восприятию, обработке и оценке этой ин-

формации и знаний; между «многомерностью», многоаспектностью, многофакторностью системы знаний конкретных специалистов, зафиксированной в естественно-языковой и образной форме в их памяти и на документальных носителях, и «одномерностью» (в виде цепочки нулей и единиц) тех же информации и знаний, представленных на формальном языке в компьютерной среде.

С учётом этого разрешение проблемы заключается не столько в применении нанотехнологий в современных компьютерных средах, сколько в переносе «центра тяжести» на исследование «многомерной» организации информации и знаний в памяти специалистов. На основе этой «многомерности» необходимо формировать принципиально новые пространственно-временные аспекты хранения и обработки информации и знаний в вычислительной среде и соответственно технологии создания автоматизированных систем [4].

Работа в области автоматизации интеллектуального труда велась более 20 лет, и накопленный опыт позволил сделать некоторые обобщения [2].

1. Волнообразный процесс автоматизации проходил в отечественной практике каждый раз под соответствующим лозунгом: «АСУ-тизации» в 1970-е гг., «САПР-атизации» в 1980-е, информатизации в 1990-е (никак не меньше чем всей страны), – и «затухание» энтузиазма каждый раз происходило из-за одних и тех же «подводных камней».

2. «Узкое место» автоматизации интеллектуального труда – это контакт предметных специалистов (заказчиков) и разработчиков прикладных автоматизированных систем: разговор на языках разных предметных областей приводил (и приводит в настоящее время) к большому числу итераций в процессе разработки таких систем.

3. Система знаний предметного специалиста: обладая достаточно объемной системой знаний, предметный специалист не знает, как она устроена, и его попытка самостоятельно отрефлексировать свои знания часто приводит к психологическому дискомфорту.

4. Технологический бум в области создания инструментальных сред и средств разработки автоматизированных систем и комплексов даже по терминологии совпадает с процессом развития средств производства и переходом к промышленному способу в материальном производстве: от инструментов (tools) и верстака программиста (softbench) до «технологических линий» разработки программных продуктов (CASE-систем).

5. «Расслоение» разработчиков автоматизированных систем по специализациям: инженерия знаний (когнитологи или конструкторы автоматизированных систем), системотехника, включая системную интеграцию (технологи по реализации автоматизированных систем), реализация или изготовление автоматизированных систем (программисты как «токари» интеллектуального производства или когнитарики).

Такое «расслоение» означает начальное становление промышленного способа производства автоматизированных систем. Если переход к промышленному способу в материальном производстве растянулся на века, то в интеллектуальном производстве – производстве средств и технологий для автоматизации интеллектуальной деятельности – он свертывается в десятилетия. При этом, каким бы средством не отгородился разработчик автоматизированных систем от предметного специалиста, проблема контакта в настоящее время решается только количественно, так как инструментальные средства позволяют разработчику больше собрать и обработать фактов и сведений, предоставляемых предметным специалистом.

К методологическим основаниям исследования представления знаний в системах автоматизации конструкторского проектирования следует отнести методологию создания машин [6; 7], основные положения которой включают следующие моменты. Центральными понятиями данной методологии являются понятие изделие и понятие жизненный цикл изделия, поэтому любая машина и ее составные части должны рассматриваться с позиций их жизненных циклов: любое изделие в процессе своего развития (от возникновения идеи до ликвидации) проходит через множество взаимосвязанных этапов/фаз на базе промышленного способа производства; управление жизненным циклом изделия предполагает структуризацию управленческих функций и согласованное управление всеми этапами жизненного цикла; реализация жизненного цикла любой машины определяется сформированным уровнем потребности общества в ней и наличием определенных экономических условий. Если рассматривать производственную систему, обеспечивающую реализацию жизненного цикла, как многоэтапную систему преобразований представлений изделия (машины), то все этапы создания машины в качестве содержательной основы включают описание его функционального назначения или процесса его перспективного функционирования. Каждый этап создания машины (и ее составных частей) инициируется заданием, в котором зафиксированы целевые характеристики функционирования объектов; особые условия или ограничения на процесс и среду функционирования; ограничения, связанные с процессом и средой изготовления и т. д. Качество производства любой машины определяется качеством и согласованным взаимодействием проектной, технологической и производственной сред её реализации. Это требует увязки жизненных циклов разнородных объектов: машины, производственной среды и её компонентов, организационных элементов и т. д. Декомпозиция этапов жизненного цикла машины на производственные задачи определяется сформированной организационно-функциональной структурой предприятий, реализующих определенный этап, что связано с необходимостью фиксации авторства или ответственности коллектива или отдельного специалиста за результаты принятия проектных, технологических и управленческих решений.

Эти положения задают методологическую основу для представления систем знаний конструкторов и технологов и интеграции этих систем в единое целое.

Для полной характеристики процесса проектирования необходимо отметить следующие присущие ему противоречия [8]: 1) между индустриальным методом проектирования и оригинальностью создаваемых технических объектов: в основе индустриализации проектирования лежит его детерминизм и расчленённость, а достижение оригинальности разрабатываемых технических систем и объектов, которое проявляется в их новизне, повышенных требованиях к научно-техническому уровню и серийности производства, требует от проектировщиков индивидуального творчества, плохо поддающегося детерминированию, формализации и нормированию; 2) между определяющим значением начальных этапов проектирования для проекта в целом и организацией работ на этих этапах: на начальных этапах закладывается большая часть затрат на создание технических систем и объектов в целом, а уровень организации работ, как правило, недостаточно высок (80 % идей по проектированию рождается в неформальном общении специалистов).

Для понимания процессов организации/формирования информации и знаний при проектировании необходимо проанализировать особенности этой деятельности.

С позиций полного удовлетворения жёстких требований заказчика процесс проектирования техники и технологии представляет собой спиралевидный процесс, где на каждой стадии эти требования детализируются и формируется более детальное проектное решение. Каждая стадия проектирования характеризуется определённой структурой задач.

Проектные задачи по сложности варьируются от выбора элемента конструкции или технологии из ряда существующих (стандартных или типовых) до принятия оригинальных решений с необходимостью проведения сложных расчётов на прочность и надёжность конструкции или точности её обработки с фиксацией результатов в графическом виде. Степень детализации проектного решения на каждой стадии определяется уровнем декомпозиции такого объекта проектирования – конструкции или технологии. Спиралевидный характер проектирования обуславливает существование подобных проектных задач на разных стадиях, следовательно, информационные представления этих задач для одного объекта проектирования образуют вложенные (совместимые) структуры.

При проектировании функционально сходных объектов существуют одинаковые проектные задачи, информационные представления которых целесообразно унифицировать. Достаточно часто специфические особенности разных видов объектов или его составляющих элементов обуславливают набор альтернатив на отдельных шагах проектирования.

Высокая «плотность» альтернативных действий присуща, как правило, нижнему уровню сложности проектных задач. Поэтому стати-

ческая структура задач для фиксированного множества объектов отражает все многообразие проектных задач организации.

Динамика процесса проектирования характеризуется увязкой определённого подмножества задач из указанной структуры и получением на шаге проектирования, как правило, не одного варианта, а набора (вариантов) проектных или технологических решений.

Для динамики процесса проектирования характерны также следующие особенности [8]: 1) кратность выполнения одной проектной задачи в полном процессе проектирования объекта и кратность выполнения полных проектов в год, при этом для начальных стадий проекта кратность минимальна, а для последних – максимальна; 2) возможность распараллеливания проектных работ для однотипных и разнотипных объектов проектирования (например, детализовочные работы и проработка разных узлов конструкции для машиностроительных объектов); наличие временного сдвига в выполнении полных проектов (для каждого вида объектов) в соответствии с системой планирования и управления ресурсами в организации.

Перечисленные особенности динамики проектной деятельности предъявляют достаточно жёсткие требования к организации проектной информации, её хранению и использованию в автоматизированной среде. При автоматизированном выполнении разных задач одного проекта остро встаёт вопрос о согласованности и совместимости параллельно получаемых проектных решений (в традиционном процессе вопрос снимается путём неформальных контактов разработчиков). При параллельном автоматизированном выполнении одинаковых задач одного проекта остро встаёт вопрос о регламентации доступа к единым структурам данных. Проектные задачи с максимальной кратностью выполнения должны быть автоматизированы в первую очередь, и с точки зрения информационного представления необходимо разрабатывать систему идентификации проектных решений по вариантам и итерациям выполнения. Временной сдвиг проектов обуславливает необходимость увязки проектных решений в рамках каждого проекта.

На начальных стадиях проектирования от проектировщика требуется представление полного образа создаваемого сложного объекта во всем многообразии его перспективного функционирования. При этом возникает множество вариантов построения объекта и проектировщик практически не в состоянии удержать в сознании целостные образы различных вариантов построения объекта для выработки наилучшего, что приводит к использованию им уже наработанных решений. Это, в свою очередь, приводит к снижению научно-технического уровня и конкурентоспособности создаваемого объекта и/или технологии.

Все многообразие представлений конкретных изделий определяется многообразием наименований всех элементов изделия и разнообразием их типоразмерных и других классификационных характеристик;

описанием свойств объекта с позиций как разных модельных представлений (математических, физических, изобразительных и других), так и разных фаз жизненного цикла объекта (функционирования, изготовления, утилизации и др.).

Таким образом, исследование особенностей проектирования как наиболее сложного вида интеллектуальной деятельности и методологический анализ проектной деятельности в целом обеспечит формирование теоретического и практического фундамента совершенствования техники и технологий.

### **Список литературы**

1. Бердяев Н.А. Человек и машина (Проблема философии и метафизики техники) // Вопросы философии. 1989. № 2. С. 147–162.
2. Соломенцев Ю.М., Волкова Г.Д. Тенденции развития и направления исследований в области информатики // Производственно-технический журнал «Машиностроитель». 2000. № 6. С. 22–24.
3. Волкова Г.Д., Червяков Л.М., Олейник А.В. Инновационные и когнитивные технологии в промышленности, бизнесе, образовании // Качество. Инновации. Образование. 2000. № 1. С. 90–93.
4. Соломенцев Ю.М., Волкова Г.Д. Некоторые проблемы современной информатики / Сб. науч. тр. Междунар. науч.-техн. конф. «Информационные технологии в образовании, технике и медицине». Волгоград: ВГТУ, 2000. Ч. 2. С. 156–163.
5. Волкова Г.Д., Соломенцев Ю.М. Когнитивные технологии в конструкторско-технологической информатике // Вестн. МГТУ «Станкин». 2008. № 4 (4). С. 132–135.
6. Соломенцев Ю.М. Конструкторско-технологическая информатика и автоматизация производства. М.: Изд. «Станкин», 1992. 127 с.
7. Автоматизированное проектирование и производство в машиностроении / под ред. Ю.М. Соломенцева, В.Г. Митрофанова. М.: Машиностроение, 1986. 256 с.
8. Волкова Г.Д., Калинин В.В. Особенности моделирования деятельности проектно-конструкторской организации / Тр. IV Междунар. конгресса «Конструкторско-технологическая информатика-2000». М.: МГТУ «Станкин», 2000. Т. 1. С. 126–128.

## **PHILOSOPHIC-METHODOLOGICAL PROBLEMS IMPROVEMENT OF EQUIPMENT AND TECHNOLOGIES**

**G.D. Volkova**

MSTU «STANKIN», Moscow

In article on the basis of detection of features of cognitive activity in a technosphere the main directions of improvement equipment and technolo-

gies, automation of intellectual work, management of a life making cycle are considered.

**Keywords:** *cognitive activity, technosphere, theoretical engineering, information technologies.*

*Об авторе:*

ВОЛКОВА Галина Дмитриевна – доктор технических наук, профессор кафедры информационных технологий и вычислительных систем ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», Москва. E-mail: cog-par@yandex.ru

*Author information:*

VOLKOVA Galina Dmitrievna – doctor of Engineering, professor of department «Information technologies and computing systems» MSTU “STANKIN”, Moscow. E-mail: cog-par@yandex.ru