

УДК 004

## ТЕХНОЛОГИЯ КАК НАУКА: СОЦИАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Колин Константин Константинович, доктор технических наук, профессор, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, Институт проблем информатики, главный научный сотрудник

### Аннотация

*Рассматривается проблема формирования науки о технологиях, которые применяются в различных сферах деятельности общества. Показано, что актуальность этой проблемы на современном этапе перехода от технологического к информационному обществу существенно возрастает. Рассмотрены различные критерии эффективности технологий и показано, что наиболее общим из них является экономия социального времени. Этот критерий, предложенный российскими учеными для измерения процессов социально-экономического развития общества, позволяет не только сравнивать между собой технологии различных типов, но также и количественно оценивать их социальную эффективность. Рассмотрены отличительные признаки эффективных технологий и перспективные направления их создания и практического использования.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** информационные технологии, производственные технологии, социальные технологии, критерии эффективности.

## TECHNOLOGY AS A SCIENCE: SOCIAL CRITERIA FOR THE EFFECTIVENESS OF NEW TECHNOLOGIES

Kolin Konstantin Konstantinovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Federal research center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, Institute of Informatics problems, chief researcher

### Abstract

*The problem of formation of science about technologies which are applied in various spheres of activity of society is considered. It is shown that the relevance of this problem at the present stage of transition from technological to information society increases significantly. Various criteria of efficiency of technologies are considered and it is shown that the most General of them is saving of social time. This criterion, proposed by Russian scientists to measure the processes of socio-economic development of society, allows not only to compare different types of technology, but also to quantify their social effectiveness. Distinctive features of effective technologies and perspective directions of their creation and practical use are considered.*

**KEYWORDS:** information technologies, production technologies, social technologies, efficiency criteria.

### Актуальность проблемы

Одной из доминирующих тенденций развития цивилизации в XXI веке является все более широкое распространение и использование различного рода технологий. В настоящее время в экономически развитых странах применение технологий стало массовым. Причем, не только в промышленном производстве, но и в социальной сфере, а также в науке, образовании и культуре [9,11].

Многие развивающиеся страны также считают технологическое развитие одной из своих приоритетных задач на ближайшие десятилетия и для этого закупают передовые технологии в других странах. И это понятно, поскольку современные технологи позволяют наладить массовое производство высококачественной продукции, необходимой для

жизнеобеспечения общества, сокращая при этом затраты труда, энергии и материальных ресурсов. Именно поэтому в Китае, Индии, Южной Корее, Малайзии, Сингапуре и в ряде других стран в стратегии национального социально-экономического развития центральное место занимает проблема использования современных технологий.

Характерным примером здесь может служить Китай, в котором проблема научно-технологического развития поставлена на законодательном уровне. Закон о научно-техническом прогрессе был принят в Китае в 2008 г. и стал основой для соответствующей ориентации китайской науки, экономики, формирования современной инфраструктуры страны [13]. Сегодня в Китае создано 75 зон новых высоких технологий, которые позволяют интегрировать потенциал науки, образования, промышленности и бизнеса в интересах достижения амбициозных целей: в 2020 г. Китай должен стать технологически развитым государством, а к 2050 году – ведущей технологической державой мира.

В новой стратегии социально-экономического развития России, которая сегодня осуществляется путем реализации целого комплекса национальных проектов и государственных программ, также предполагается, что основой этого развития станет технологическая модернизация страны [2]. При этом особое внимание уделяется созданию и использованию высокоэффективных (прорывных) технологий, которые не только должны качественно изменить ситуацию в области их практического использования, но, самое главное, создать условия для повышения качества жизни населения страны и решения многих других проблем национальной и глобальной безопасности [3].

Таким образом, проблема создания и широкомасштабного использования новых технологий сегодня становится ключевой в стратегии развития общества. Однако при этом необходимо отметить, что комплексная научно обоснованная методология создания таких технологий сегодня отсутствует, и это существенным образом затрудняет решение стратегически важной для всего мирового сообщества проблемы технологического развития.

Автор настоящей работы уже 25 лет проводит исследования, направленные на формирование концептуальных основ технологии как нового научного направления [5, 6,7]. Некоторые результаты этих исследований приведены ниже.

### **Понятие технологии как науки**

Термин «технология» в современном русском языке имеет несколько различных значений:

- 1) Технология – способ рациональной организации некоторого процесса, имеющего социальную значимость. В этом смысле используются словосочетания:

производственная технология, информационная технология, политическая технология, социальная технология и т.п.

- 2) Технология – *область профессиональной деятельности* специалистов по организации труда. При этом на ряде промышленных предприятий имеется специальная должность – «технолог», основной задачей которого является организация технологического процесса этого производства и контроль за соблюдением установленных нормативов его реализации.
- 3) Технология – *научная дисциплина будущего*, которая должна изучать общую методологию организации различных технологических процессов, а также разрабатывать методы оценки их функциональной и социальной эффективности. В настоящее время эта дисциплина находится в стадии своего становления.

В настоящей работе рассматривается проблема формирования технологии как научной дисциплины, которая должна стать научной базой для создания любых видов технологий. При этом отметим, что в опубликованной в 1995 г. в России монографии [5] было предложено различать следующие три основных класса технологий:

- **производственные технологии**, предназначенные для оптимизации процессов в сфере материального производства товаров и услуг и их общественного распределения;
- **информационные технологии**, предназначенные для рациональной организации процессов в информационной сфере общества, включая науку, культуру, образование, средства массовой информации и информационные коммуникации;
- **социальные технологии**, ориентированные на рациональную организацию социальных процессов в экономике, политике, финансовой сфере, образовании, здравоохранении, военном деле и т.п. [12].

### **Технологическое общество и критерии его развития**

*Технологизация процессов*, происходящих в различных сферах жизнедеятельности современного общества, является одним из магистральных направлений его дальнейшего развития, так как она позволяет более экономно использовать практически все его ресурсы – природные, материальные, энергетические, информационные и людские. Однако, самый большой и социально значимый эффект от использования технологий заключается в *экономии социального времени*, которое общество затрачивает на реализацию основных процессов своей жизнедеятельности. Именно поэтому создание и широкомасштабное использование эффективных технологий – это стратегическая задача дальнейшего развития цивилизации, которая в последние годы приобретает приоритетное значение в государственной политике многих стран мира, включая Россию [8].

К сожалению, достаточно общая научно обоснованная теория и методология создания эффективных технологий пока не разработаны и все еще находятся в стадии постановки этой проблемы. Ее решение необходимо начинать с более общего определения самого понятия «Технология», которое еще не стало общепринятым.

Одна из первых попыток предложить такое определение была сделана в России в 1995 г. и имеет следующий вид:

«Под **технологией** в дальнейшем мы будем понимать *представленное в проектной форме*, т.е. в виде формализованных представлений (технических описаний, чертежей, схем, инструкций, наставлений и т.п.) *концентрированное выражение научных знаний и практического опыта, позволяющее рациональным образом организовать производственный, информационный или социальный процесс* с целью экономии затрат труда, энергии, материальных ресурсов или же социального времени, необходимого для реализации этого процесса» [5].

Хотелось бы обратить внимание на следующие отличительные особенности этого определения:

1. Технология в нем рассматривается не просто как способ рациональной организации тех или иных производственных, информационных или социальных процессах, а как *концентрированное выражение научных знаний и практического опыта* в этой области, которое представлено в проектной форме, т.е. *в формализованном виде*, пригодном для практического использования людьми, обладающими необходимой квалификацией.
2. *Технология имеет целевую ориентацию*, т.е. она ориентирована на рациональную организацию вполне определенных процессов, для которых она предназначена. При этом в качестве оптимизируемых параметров этих процессов могут выступать материальные ресурсы, энергия, затраты труда или же такой обобщенный фактор, как «социальное время», определение которого было предложено и обосновано в работах российского ученого П.Г. Кузнецова [14].

### **Принципы создания эффективных технологий**

Наши исследования показали, что основным принципом создания эффективных технологий является *концентрация ресурсов*. Эти ресурсы могут иметь различную природу: физическая сила, поток энергии, некоторый объем информации, людские ресурсы. При этом, концентрация используемых в данной технологии ресурсов может осуществляться *в пространстве, во времени и по направлению их приложения (векторная ориентация)*.

Покажем это на следующем примере, который наглядно свидетельствует о том, какой неожиданный результат может быть получен при высокой концентрации механической силы

одновременно в пространстве, во времени и по избранному направлению ее приложения. Для этого достаточно произвести простой физический эксперимент. Нужно взять обычную швейную иглу, пробку от бутылки, молоток и монету достоинством в пять рублей. Сначала следует проткнуть пробку иглой таким образом, чтобы ее концы оказались вровень с торцевыми поверхностями пробки. Затем нужно положить монету на стол и поместить на нее пробку с иглой, острием вниз.

Если теперь сделать резкий удар молотком по верхнему торцу пробки, в котором находится ушко иглы, то она *пробьет монету насквозь*, так как удерживаемая пробкой игла не успевает сломаться за короткое время удара.

Этот опыт наглядно иллюстрирует в действии основные принципы создания высокоэффективных технологий.

Исследования показали, что *концентрация ресурсов в пространстве* является в истории человечества наиболее древним принципом создания эффективных технологий. Ведь первые орудия труда и охоты были созданы человеком именно на основе этого принципа. Изобретенные первобытными людьми нож и плуг позволили им сконцентрировать на лезвиях этих орудий ресурсы своей мышечной силы и силы домашних животных и получить за счет этого принципиально новые возможности для обработки земли и материалов, т.е. для выполнения полезной работы, жизненно необходимой для существования человека.

Тот же принцип был позднее использован при создании *энергетических технологий*, где осуществляется концентрация потоков энергии в пространстве. Напомним, что при создании основ теории тепловых машин Г. Лебницем было показано, что именно *плотность потока энергии* оказывается тем главным фактором, который определяет возможности той или иной тепловой машины по совершению работы. При этом было установлено, что меньшее количество энергии при ее более высокой плотности способно производить гораздо больший объем работы по сравнению с теми случаями, когда эта плотность меньше.

Эта закономерность используется и в настоящее время при создании лазерных технологий, когда поток когерентного излучения концентрируется в очень малых объемах пространства. Именно поэтому лазерные технологии сегодня находят все более широкое применение в самых различных областях социальной практики – от лазерной хирургии до лазерных комплексов военного назначения. Сегодня они рассматриваются как одно из наиболее перспективных направлений технологического развития общества. И эти ожидания вполне оправданы потому, что лазерные технологии позволяют создавать такие высокие плотности потоков энергии, которые не удастся получить никакими другими способами.

Именно поэтому свои надежды получить, наконец, генераторы энергии на основе управляемой ядерной реакции современные физики во многом связывают с применением именно лазерных технологий.

### **Перспективные направления развития технологий**

В последние годы наиболее динамичным и стратегически социально значимым является развитие *информационных технологий*, которые становятся катализатором многих других процессов развития современного общества [7]. Одним из результатов этого является массовый переход к цифровым технологиям и становление цифровой экономики [1]. На этой основе в экономически развитых странах уже начался переход к шестому технологическому укладу. Его отличительной особенностью будет *интеграция различных видов технологий*, а также их все более высокая *интеллектуализация*. При этом ожидается существенное повышение эффективности интегрированных технологий, а также их проникновение в новые области жизнедеятельности общества, которые в результате этого претерпят революционные изменения [15, 16].

Так, например, интеграция технологий генерации электричества на основе использования солнечной энергии с интеллектуальными информационными технологиями позволяет создать принципиально новую систему электроснабжения зданий и помещений, которая существенно сократит потребление углеводородного топлива и создаст условия для перехода к «горизонтальной структуре» промышленного производства товаров и услуг [17]. С этой целью в Западной Европе реализуется специальная программа «зеленой энергетики», первый этап которой должен быть завершен в 2020 году.

Весьма перспективным является развитие *нанотехнологий*, которые позволяют создавать новые материалы с заранее заданными свойствами, а также новые микроминиатюрные приборы и устройства самого различного назначения.

Прорывной характер имеет также развитие так называемых *аддитивных технологий*, которые позволяют создавать промышленные изделия из металла и пластика путем их послойного «выращивания» из порошкообразного сырья. Эти технологии дают резкое сокращение отходов промышленного производства и экономию природных ресурсов. По этой технологии уже изготавливаются достаточно сложные по своей геометрии промышленные изделия (например, турбины авиационных двигателей), а появление первого автомобиля, изготовленного таким способом, ожидается в 2025 году [19].

Однако, подлинная революция должна произойти в результате *интеграции аддитивных биологических технологий с интеллектуальными информационными технологиями*. Она позволит создавать искусственные органы живых организмов и

имплантировать их людям в медицинской практике. Первый удачный опыт *биологической печати* мочевых пузырей для семи пациентов уже осуществлен в 2006 г. При этом в качестве исходного материала использовались стволовые клетки пациентов, что гарантировало биологическую совместимость искусственных органов.

С тех пор эти технологии активно развиваются и внедряются в медицинскую практику. Освоена технология печати клапанов сердца, кровеносных сосудов, ушных раковин, участков кожи для ее пересадки, а также имплантов костной ткани зубов, позвоночника и суставов человека. Так, например, в 2014 г. специалисты Пекинского университета успешно заменили у ребенка пораженный раком шейный позвонок искусственным имплантом, изготовленным при помощи технологии 3D-печати.

В перспективе может стать возможной также и биопечать целых органов, конечностей и отдельных частей тела человека, включая его сердце и печень.

#### **Становление сетевого технологического общества**

Признаки становления сетевого технологического общества в последние годы проявляются все более отчетливо не только в экономически развитых, но также и во многих развивающихся странах, например, в Китае, Индии, Малайзии. По имеющимся прогнозам, уже к середине XXI века сетевые структуры будут доминировать не только в экономике, но и во многих других сферах жизнедеятельности общества – в науке, образовании, культуре, здравоохранении, социальных коммуникациях.

При этом, очень важно, что доступ к сетевым технологиям, а также многие информационные услуги будут предоставляться населению бесплатно, и в результате этого представления о качестве жизни, а также о личном и национальном богатстве существенным образом изменятся [18]. Ведь уже сегодня эти технологии и услуги стали атрибутами нашей повседневной жизни и профессиональной деятельности, важной частью современной культуры общества. Исследования показывают, что в дальнейшем их значимость будет только возрастать.

Специалисты прогнозируют взрывообразный характер развития информационной сферы общества, который будет обусловлен массовым применением средств и методов «интернета вещей», как в производственных структурах, так и в бытовой сфере. Ожидается, что уже в 2025 г. к сети Интернет будут подключены более 1 трлн. устройств информатики, а трафик обмена информацией между ними по своему объему превысит объем потоков информации по этой сети между людьми [19].

Интеграция сетевых технологий с технологиями искусственного интеллекта качественно изменит весь облик информационной сферы общества. Такие понятия, как

«умный автомобиль», «умный дом», «умный завод», «умный город» и т.п., прочно войдут в нашу жизнь и станут привычными. Роботизация облегчит труд миллионов людей и сделает его более безопасным. А новые технологии обработки текстов, вообще, избавят человечество от рутинной канцелярской работы.

Однако, необходимо помнить, что глобальная технологизация общества влечет за собой не только новые социальные блага и возможности, но также и новые вызовы, угрозы и опасности, признаки которых все более отчетливо проявляют себя в последние годы [10].

### **Заключение**

Результаты исследований основных тенденций, проблем, вызовов и угроз развития цивилизации в XXI веке свидетельствуют о том, что новая научно-технологическая революция создает принципиально новые возможности для преодоления системного кризиса цивилизации и решения целого комплекса взаимосвязанных глобальных проблем современного общества. Однако для этого необходимо опережающее развитие ряда новых направлений фундаментальной науки, одним из которых является формирование науки о технологиях. Предметную область этой науки на начальном этапе ее формирования должны составлять следующие задачи:

1. Разработка методов классификации технологий различного вида и назначения по их характерным признакам.
2. Разработка системы критериев эффективности технологий, а также методов их сравнительной оценки и оптимизации.
3. Определение перспективных направлений развития производственных, информационных и социальных технологий на ближайшие годы с учетом их социальной полезности, а также тех научных методов концентрации ресурсов, которые должны лежать в их основе.
4. Определение принципов проектирования перспективных средств для реализации эффективных технологий нового поколения, которые должны создать ситуацию «технологического прорыва» в наиболее значимых областях социальной практики, включая науку, образование, культуру и национальную безопасность.

Приоритетное внимание при решении этих задач должно быть уделено информационным и гибридным технологиям, с их ориентацией на использование методов и средств искусственного интеллекта, цифровых платформ и когнитивных технологий, направленных на развитие творческих способностей личности [18].

### Литература

1. Колин К.К. Гуманитарные проблемы цифровой экономики //Информационное пространство цифровой экономики. Концептуальные основы и проблемы формирования. М.: ФИЦ ИУ РАН, 2018. С. 179-229.
2. Колин К.К. Инновационная Россия: стратегические цели и приоритеты развития //Стратегические приоритеты, 2018, № 4. С. 49-60.
3. Колин К.К. Интеллектуальный потенциал общества в стратегии глобальной безопасности //Стратегические приоритеты, 2016, № 1. С. 57-70.
4. Колин К.К. Информационная безопасность как гуманитарная проблема //Открытое образование, 2006, № 1. С. 48-57.
5. Колин К.К. Информационные проблемы социально-экономического развития общества. М.: Изд-во «Союз», 1995. 72 с.
6. Колин К.К. Информационная технология как научная дисциплина //Информационные технологии, 2001, № 2. С. 2-10.
7. Колин К.К. Информационные технологии – катализатор процесса развития современного общества //Информационные технологии, 1995, № 0. С. 2-8.
8. Колин К.К. Мир на пороге глобальных перемен //Стратегические приоритеты, 2018, №4. С.4-17.
9. Колин К.К., Роберт И.В. Социальные аспекты информатизации образования. М.: Институт информатизации образования РАО, Институт проблем информатики РАН, 2004. – 54 с.
10. Колин К.К. Системный кризис культуры: структура и содержание проблемы //Стратегические приоритеты, 2014, №3. С.6-27.
11. Колин К.К. Технологическое общество: глобальные тенденции, вызовы и угрозы //Стратегические приоритеты, 2017, № 1. С. 4-15.
12. Колин К.К. Человеческий потенциал и социальные технологии в информационном обществе. //Ученые записки ИИО РАО, 2003, № 10. С. 20-42.
13. Кошкин Р.П., Шабалов М.П. Государственная стратегия научно-технологического развития Китая. /Аналитические материалы, Вып. 1. – М.: Изд-во «стратегические приоритеты», 2014. 40 с.
14. Кузнецов П.Г. Бюджет социального времени. «По ту сторону отчуждения» (сборник политико-экономических гипотез). М.: Издание Экономического ф-та МГУ им. М.В. Ломоносова, 1992.

15. Соколов И.А., Колин К.К. Новый этап информатизации общества и актуальные проблемы образования //Информатика и ее применения, 2008. Т. 2, № 1. С. 67-76
16. Соколов И.А., Колин К.К. Развитие информационного общества в России и актуальные проблемы информационной безопасности //Информационное общество, 2009, № 4-5. С. 98-107.
17. Рифкин Дж. Третья промышленная революция. Как горизонтальные взаимодействия меняют экономику, энергетику и мир в целом. М.: Альпина нон-фикшн, 2015. 410 с.
18. Тоффлер Э., Тоффлер Х. Революционное богатство. М.: АСТ, 2008. 569 с.
19. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: Изд-во «Э», 2017. 208 с.