

Анализ эволюции научно-технического прогресса, терминологии, оценки качества продукции и деятельности компаний приборостроения

Analysis of the scientific and technical progress directions evolution, terminology, assessing the quality of products and activities by instrument-making companies



С. М. Евсеенко,

к. т. н., с. н. с., эксперт,
служба стратегического развития, научного
и информационного сопровождения,
АО «Концерн «НПО «Аврора»
✉ smevs@mail.ru

S. M. Evseenko,

PhD in engineering, senior scientist
researcher, expert, JSC Consern Avrora
scientific and production association



А. В. Алексеев,

д. т. н., профессор, кафедра судовой
автоматики и измерений,
Санкт-Петербургский государственный
морской технический университет
✉ iapbgks@bk.ru

A. V. Alekseev,

PhD in engineering, professor, department
of shipboard automation engineering
and measurements, St. Petersburg state
marine technical university

В статье на основе кибернетического подхода рассмотрены современные воззрения на эволюцию направлений научно-технического прогресса (НТП), терминологии и критериев оценки качества деятельности и продукции компаний приборостроения. Обосновывается подход авторов статьи к четырем направлениям, характеризующим эволюцию НТП во многих сферах человеческой деятельности, в том числе и бизнес-процессов (организационно-технологических процессов) приборостроительных компаний: механизация, автоматизация, интеллектуализация и роботизация. Приведена современная оценка критериев качества деятельности и продукции.

В статье оцениваются эволюционные изменения в терминологии и трактовка понятий и терминов в разрезе двух типов современного мировоззрения: инженерно-технического и гуманитарно-экономического.

Based on the cybernetic approach, the present paper considers modern views on the evolution of scientific and technical progress, terminology and criteria for assessing the quality of activities and products of instrument-making companies. Further it describes the authors' approach to four directions that characterize the evolution of scientific and technical progress in many areas of human activity, including business processes (organizational and technological processes) of instrument-making companies: mechanization, automation, intellectualization and robotization. A modern assessment of the criteria for the quality of activities and products is given.

The present paper evaluates evolutionary changes in terminology and interpretation of concepts and terms in the context of two types of modern worldview: engineering and technical on the one hand and humanitarian and economic on the other.

Ключевые слова: научно-технический прогресс, кибернетика, информатика, кибернетический подход, механизация, автоматизация, интеллектуализация, роботизация, комплексная автоматизация, цифровизация.

Keywords: scientific and technological progress, cybernetics, informatics, cybernetic approach, mechanization, automation, intellectualization, robotization, integrated automation, digitalization.

Введение

История человечества представляет собой последовательную смену ступеней и основных направлений развития научно-технического прогресса (НТП), который является главной движущей силой развития земной цивилизации [1, 2].

НТП — это процесс и результат совершенствования техники, технологии, энергетики, товаров и услуг на базе использования результатов научных исследований в целях достижения экономического, социального, экологического и информационного эффекта.

Содержание НТП — это внедрение инноваций в процессе развития техники во всех областях человеческой деятельности (включающей в своей производственной части средства и предметы труда), технологии (способов соединения средств и предметов труда), энергетики (источников, способов преобразования, транспортировки и использования энергии в производстве и быту), а также организации производства (способа соединения техники и живого труда) [3].

В предлагаемой статье на основе кибернетического подхода выполнен анализ современных воззрений на эволюцию направлений НТП, терминологии и критериев оценки качества деятельности и продукции компаний приборостроения.

В статье оцениваются эволюционные изменения в терминологии и семантике терминов в двух аспектах современного мировоззрения: инженерно-технического и гуманитарно-экономического.

Выполненный анализ, по мнению авторов, позволяет критически оценивать отдельные «скороспелые инновации» и на современном цифровом уровне терминологически корректно сопоставлять достижение назначенных рубежей и формировать целеполагание, а также оценивать качество продукции и услуг, деятельность организаций и компаний, включая предприятия приборостроения.

Обзор подходов к анализу свойств и этапов научно-технического прогресса

В нижеприведенном обзоре использованы подходы к анализу свойств и этапов НТП и направлений его эволюции, во многом совпадающих с предыдущими разработками авторов статьи, в том числе и ранее опубликованных в журнале «Инновации» [12-17, 19-23].

Кибернетический подход сегодня понимается как базовый принцип (идея) исследования объекта анализа (системы) на основе принципов кибернетики — науки об общих законах управления в природе,

обществе, живых организмах и машинах, изучающей информационные процессы, связанные с управлением динамических систем, в том числе организационно-технических систем [4].

Выдающийся русско-американский ученый, физик и кибернетик, создатель языка Рефал и нового направления в программировании, связанного с преобразованием программ, В. Ф. Турчин выдвинул оригинальную теорию эволюции, основанную на современных кибернетических концепциях и идее метасистемного перехода как кванта эволюции [4].

Если есть некоторая исходная кибернетическая система (простейший организм, человек, общество и т. д.), то метасистемный переход — это переход к некоторой другой системе, включающей в себя множество систем типа исходной. При этом возникает новый уровень управления. Сам В. Ф. Турчин дал такое определение этого перехода: «Когда некоторое число систем интегрируются в единое целое с возникновением нового уровня управления, мы говорим, что имеет место метасистемный переход. Новая система есть метасистема по отношению к старым. Метасистемный переход является творческим актом. Он не может совершиться под воздействием одних лишь внутренних факторов интегрируемой системы, но всегда требует вмешательства извне, «сверху». Примеры: формирование редуцирующих макромолекул, образование многоклеточных организмов, появление разума, образование человеческого общества» [4].

Актуально до сих пор и его определение человеческого разума в кибернетическом манифесте [4]: «Человеческий разум, как нечто новое по сравнению с разумом животных, возникает в результате метасистемного перехода: мозг получает возможность управлять формированием ассоциаций ментальных представлений. Все специфические черты человеческого разума, включая воображение, самосознание, преодоление инстинктов, постановку целей, юмор, чувство прекрасного, могут быть объяснены как результат этого метасистемного перехода».

Но заслуга В. Ф. Турчина не ограничивается тем, что он высказывает идею метасистемного перехода как кванта эволюции. Он прослеживает с позиции этой идеи эволюцию на Земле от простейших макромолекул до современной науки (математики, философии) и культуры. Делает он это столь ярко и интересно, что не остается никаких сомнений в огромной мощи ис-

ходной идеи. Эволюция интеллектуальных функций, предложенная автором в конце 1960-х гг. актуальна и в 2020-е гг.

Результаты исследований по историческому развитию техники и НТП Н. И. Дятчина предусматривают деление эволюции на этапы: инструментализация, механизация, машинизация, автоматизация и кибернетизация [5, 6].

На рис. 1 представлена иерархическая модель этапов развития техники:

- 1 — инструментализация (ИФ), состоявшая в замене инструментом (орудием труда) контактного взаимодействия голый руки человека с обрабатываемым предметом;
- 2 — механизация (МФ), выразившаяся в замене двигательных функций человека механизмами, обеспечивающими выигрыш в силе, скорости или концентрации энергии;
- 3 — машинизация или энергонизация (ЭФ), представлявшая замену мышечной энергии человека машиной;
- 4 — автоматизация, или внедрение средств управления (УФ), состоявшая в замене управленческих функций человека автоматически действующими устройствами;
- 5 — кибернетическая, или логическая (КФ), состоявшая в замене мыслительных функций человека кибернетическими устройствами.

Динамику процесса развития техники более точно отражает представленная на рис. 2 модель в виде раскручивающейся спирали с увеличивающимся размахом (радиусом) витков R_i и уменьшающимся шагом между ними T . Данная спиралевидная модель содержит четыре полных витка, соответствующих этапам инструментализации (800 тыс. лет до н. э.-0), механизации (0-1800 г.), машинизации (1800-1960 гг.) и автоматизации (1960-2005 гг.), а также еще один неполный виток, соответствующий начальной стадии этапа кибернетизации (2005-н. в.).

В данной модели радиусы R_i витков спирали отражают динамику количественного роста технических средств в виде суммы новаций, накопленных в данный момент на соответствующем этапе технического развития согласно статистическим данным проведенного хронологического исследования [6]: $R_1=183$ (0,00023 за год); $R_2=805$ (0,45 за год); $R_3=2804$ (3,56 за год); $R_4=3226$ (71,7 за год). Как видно, этот рост прибли-

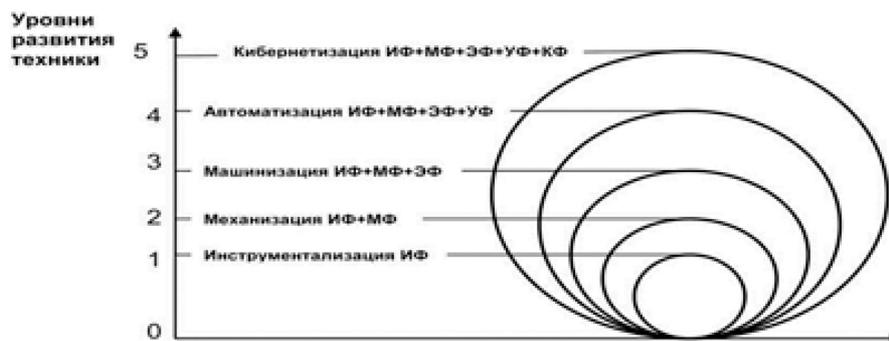


Рис. 1. Иерархическая модель этапов развития НТП по Н. И. Дятчину

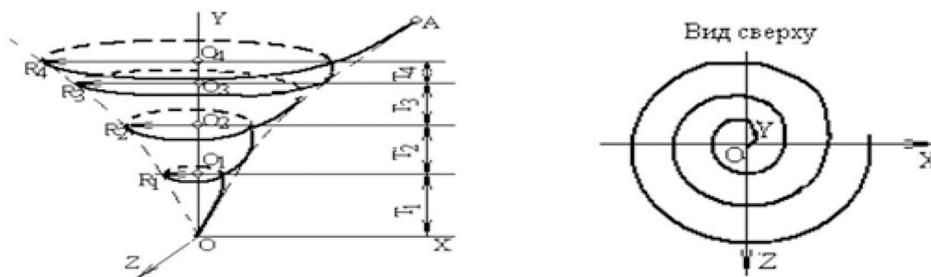


Рис. 2. Всеобщая спираль развития НТП по Н. И. Дятчину

женно выражается геометрической прогрессией. При этом длительность каждого этапа, соответствующая шагу витков спирали, непрерывно сокращается: $T=800$ тыс., $T_2=1800$, $T_3=160$, $T_4=55$ лет. И это прогрессирующее увеличение размаха, и уменьшение шага витков спирали отражает глобальную тенденцию развития мировой техники и представляет собой «закон ускорения научно-технического развития».

Содержанием этапа автоматизации (по Н. И. Дятчину) является смена подэтапов: «жесткой» автоматизации «гибкой», а затем и переход к комплексной автоматизации. Однако, в не учете автоматизации, как первой фазы кибернетизации, кроется некорректность исторического построения этапов НТП Н. И. Дятчиным. Рассмотрим это более детально, так как в научно-технической и экономической литературе встречаются противоречивые формулировки на этот счет.

Как известно, кибернетика — это наука об общих принципах управления в различных системах: технических, биологических, социальных и других, где управление — это целенаправленная организация того или иного процесса, протекающего в системе.

Кибернетика возникла на стыке математики, логики, семиотики, физиологии, биологии, психологии и социологии. Ей присущ анализ и выявление общих принципов и подходов в процессе научного познания. Наиболее значимыми теориями, объединяемыми кибернетикой, можно назвать следующие: теория передачи сигналов; теория управления; теория автоматов; теория принятия решений; синергетика; теория алгоритмов; распознавание образов; теория оптимального управления; теория обучающихся систем, а также квалиметрия, синтетическая квалиметрия (по А. И. Субетто).

Кибернетика сформировалась как физико-математическая наука со своим предметом исследования — кибернетическими системами, как утверждается в БРЭ [7]. Таким образом, более корректно говорить, что кибернетизация, как направление НТП, началась с середины XX века и исходным ее этапом целесообразно считать автоматизацию.

Информатика, по сравнению с кибернетикой, более молодая наука и возникла в начале 1960-х гг. Кибернетика и информатика «базируются» на процессах обработки информации и ее использовании операторами. Информация для кибернетики играет роль средства, которым обеспечивается управление. Процесс управления — это информационный процесс, который включает в себя сбор информации, ее переработку и анализ, принятие решений, выработку

управляющих воздействий и их доведение до объектов управления.

Со своей стороны, информатика — наука о том, как автоматизировать обработку информации, как получать, хранить, передавать, преобразовывать и использовать информацию. То есть объектом изучения является информация.

Во многом информатика появилась благодаря развитию компьютерной техники, базируется на ней и без нее немислима. Компьютерные технологии играют для информатики роль средства обработки информации. Кибернетика развивается, создавая различные модели управления объектами и независима от наличия или отсутствия компьютеров. Информатика и кибернетика рассматриваются как молодые (менее 100 лет), развивающиеся и самостоятельные научные направления, имеющие свои теоретико-методологические основы, задачи, объекты и предметы исследования.

С. Н. Гринченко в своих исследованиях [8, 9] учитывает и информатику, и кибернетику, и вводит понятие «генезис информационного общества», которое рассматривается с позиций информатико-кибернетического моделирования (ИКМ) процесса развития Человечества как самоуправляющейся иерархо-сетевой системы. На этой основе получены количественные оценки его типовых пространственно-временных характеристик. Используя трактовку «информационного общества» из БРЭ [10], как общества «современного типа», в котором общение людей опирается на компьютерные и телекоммуникационные информационные технологии (ИТ), С. Н. Гринченко создает иллюзию отстраненности, информационного общества от его собственного исторического прошлого, когда вышеперечисленных ИТ еще не изобрели. Но люди в составе любых исторических сообществ общались между собой, непрерывно развивая ИТ, используя «свои» ИТ, в том числе и «естественные формы» ИТ для сбора, хранения, преобразования и использования в разнообразных формах, хоть и не компьютерных.

В табл. 1, которая представляет упрощенную таблицу из [8], приведены расчетные данные генезиса информационного общества. Промежутки времени между возникновением новых иерархо-сетевых подсистем Человечества (а, следовательно, и между стартами новых ИТ) подчиняются, согласно ИКМ, простой математической закономерности: каждый из них в $\text{ехр}(e)=15,15426\dots$ раз короче предыдущего (столбцы 2 и 3 табл. 1). Эта геометрическая прогрессия, как модель критических уровней развития биологических систем, выявлена в [11].

Расчетные данные генезиса информационного общества

	Время старта подсистемы	Время кульминации ее развития	Характерный радиус ареала или места расселения	Точность взаимодействия или производственных технологий	Уровень развития Homo или его предков	Носитель памяти – субстрат психики или мозг	Лидирующая форма информационных технологий (ИТ)	Требуемый уровень образованности Homo	Примерный возраст образованного Homo (сегодня)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	~428 млн лет назад	~140,1 млн лет назад	~4,2 м	–	Цефализация позвоночных животных (развитие головного отдела тела)	Многоклеточный организм в целом	Формирование головного мозга как основы для реализации будущих ИТ	–	~0,6-1,0 год
1	~28,3 млн лет назад	~9,26 млн лет назад	~64 м	~28 см	Предредлюди Hominoidea	Органы многоклеточного организма (его нервной системы в целом)	Сигнальные позы/движения и не интонированные звуки (типа рычания, ворчания, писка и т. п.)	Выработка (младенцами) сигнальных поз	~1,0-1,6 лет
2	~1,86 млн лет назад	~612 тыс. лет назад	~1 км	~1,8 см	Предлюди Homo ergaster/Homo erectus	Ткани многоклеточного организма (сетей/ансамблей нейронов и др.)	Мимика/жесты и интонированные звуки	Овладение ребенком мимикой/жестами, начальное понимание речи	~1,6-2,6 лет
3	~123 тыс. лет назад	~40 тыс. лет назад	~15 км	~1,2 мм	Homo sapiens'	Эвкарриотические клетки многоклеточного организма (отдельные нервные и глиальные клетки)	Речь/язык (артикулированная устная речь)	Овладение (детьми) речью/языком (прото- или первичное образование)	~2,6-4,2 лет
4	~8,1 тыс. лет назад	~2,7 тыс. лет назад	~222 км	~80 мкм	Homo sapiens''	Головной мозг Homo sapiens''	Письменность	Овладение чтением/письмом (дошкольное образование)	~4,2-6,9 лет
5	~1446 г.	~1806 г.	~3370 км	~5 мкм	Homo sapiens'''	Головной мозг Homo sapiens'''	Тиражирование текстов, или книгопечатание	Начальное образование	~6,9-11,1 лет
6	~1946 г.	~1970 г.	~51 тыс. км (общепланетарный)	~0,35 мкм	Homo sapiens''''	Головной мозг Homo sapiens''''	Компьютерные ИТ	Среднее образование	~11,1-18 лет
7	~1979 г.	~2003 г.	~773 тыс. км (ближний космос)	~23 нм	Homo sapiens'''''	Головной мозг Homo sapiens'''''	Телекоммуникационные и компьютерные ИТ	Высшее образование+ «аспирантура»	~18-29,1 лет
8	~1981 г.	~2341 г. (?)	~11,7 млн км	~1,5 нм	Homo sapiens''''''	Головной мозг Homo sapiens''''''	Нано-ИТ	«Докторантура»	~29,1-47,1 лет
9

В свою очередь, этой же закономерности подчиняются и размеры ареалов или областей расселения (радиусы кругов той же площади) устойчивых и эффективно самоуправляющихся сообществ человека как базисного элемента системы Человечества, и точности доступных усложняющемуся человеку – в конкретный момент исторического времени – антропогенных воздействий и/или производственных технологий (столбец 4 табл. 1).

Эмпирические оценки этих временных интервалов и пространств, сделанные и опубликованные палеоантропологами, археологами и историками не

противоречат модельным результатам [9]. Центральное место в этой монографии занимает предложенная Ю. Л. Шаповой фибоначиева модель археологической эпохи (ФМАЭ): «фибоначиева» модель хронологии и периодизации археологической эпохи – основана на обратном числовом ряде Фибоначчи – геометрической прогрессии со знаменателем «золотого сечения» $\sim 0,618034\dots$, числам которого придана размерность «тысячелетия до н. э.». Диапазоны примерного возраста «образованных» субъектов, приведенные в столбцах 9 и 10 табл. 1, рассчитаны, исходя из «золотого сечения» (соотношения смежных членов числового ряда,

равного 1,618... при увеличении ряда, либо 0,618... при его уменьшении, адекватность использования этого ряда при выработке количественных оценок в самых различных областях знания хорошо известна), опирающегося на ориентировочную оценку завершения человеком среднего образования к 18 годам (на сегодня).

В работах авторов этой статьи историческое развитие техники и НТП рассматривается как появление различных направлений развития НТП, которые продолжают развиваться даже после появления инновационных направлений и новых этапов развития, а направления кибернетизации и информатизации, последующие за автоматизацией более целесообразно считать, как два взаимосвязанных и одновременно протекающих направления: интеллектуализации и роботизации [12-17, 19-23].

Для оценивания современных наукоемких компаний направления инструментализации и механизации целесообразно охватить одним направлением — «Механизация». Это объясняется тем, что современное производство и реализацию основных бизнес-процессов приборостроительных компаний невозможно осуществить без использования оборудования, не оснащенного современными инструментами, двигателями, машинами, не обеспеченного энергетическими ресурсами.

Таким образом, механизация, автоматизация, интеллектуализация, роботизация — четыре направления, характеризующие эволюцию НТП во многих сферах человеческой деятельности, в том числе и бизнес-процессов приборостроительных компаний.

При этом необходимо учитывать, что роботизация в своем развитии опирается на инновационные достижения всех трех предшествующих направлений НТП: и механизации, и автоматизации, и интеллектуализации.

Эволюция автоматизации, интеллектуализации и роботизации в компаниях приборостроения

Историческое развитие научно-производственных объединений (НПО) приборостроения имело следующие общие этапы внедрения технических инноваций.

Большинство из них с начала своего образования и по настоящее время занимается автоматизацией технических средств, навигационных и гидроакустических систем судов и кораблей, используя эволюционно появляющиеся на рынке или разработанные собственные средства автоматизации, обработки и передачи информации.

С 1960-х гг. это были только аналоговые средства: электрические, пневматические, гидравлические и их комбинации, например, электрогидравлические средства. В 1970-е гг. началось внедрение и широкое использование средств электронно-вычислительной техники (ЭВТ) в корабельных системах для хранения, обработки и визуализации информации. Этот процесс начался не в результате требований Правительства или федеральных органов исполнительной власти о

разработке стратегий цифровизации предприятий, а в результате естественного эволюционного научно-технического прогресса и понимания руководством НПО преимуществ новых технологий и необходимости освоения ЭВТ в целях повышения качества и соответствия требованиям конкурентоспособности продукции [15].

В 1980-е гг. появились средства цифровой коммуникации и стали внедряться системы электронного обмена данными на кораблях и судах. В то же время началось внедрение средств ЭВТ в управление производством и административно-хозяйственной деятельностью компаний. Можно отметить, что внедрение и использование цифровизации и цифровой трансформации при разработке продукции и в управлении деятельностью НПО началось еще в 1980-е гг. Поэтому процесс стратегирования использования средств ЭВТ (или, как сейчас принято — «стратегирование цифровой трансформации») в компаниях приборостроения уже давно начался и, по мнению многих инженерно-технических специалистов, более корректно было бы назвать современный этап научно-технического прогресса (НТП) — «цифровая комплексная автоматизация предприятий», включающая интеграцию управления основными бизнес-процессами компаний приборостроения.

Задача внедрения комплексной автоматизации как одного из перспективных направлений развития и реализации НТП была поставлена перед НПО еще в 1970-е гг., но существовавший на то время уровень развития электронной базы, электронно-вычислительной техники и цифровых коммуникационных технологий, высокоуровневого программного обеспечения (ПО) не соответствовал в полной мере ее решению.

Говоря о внедрении технологий типа модных сегодня технологий искусственного интеллекта (ИИ) необходимо отметить следующие две особенности.

В развитие приведенной в первом разделе цитаты о человеческом разуме В. Ф. Турчина из [4] приведем слова Д. Деннета из его последней книги «Разум от начала до конца» (изд. «Бомбора», 2021): «Человеческий мозг за свою историю приобрел массу приложений, тысячи мыслительных инструментов, которые приумножили наши когнитивные способности во много раз. Язык стал ключевым приобретением, расширившим наши индивидуальные когнитивные способности... Программы глубинного обучения способны, как и мы, усваивать ноу-хау, основанное на статистических закономерностях, но мы извлекаем их из опыта и способны решать, что искать и зачем, в зависимости от текущих целей. Отсутствие практического разума, интеллекта, направленного на достижение различных, меняющихся, самовоспроизводящихся стремлений, — именно это отличает искусственно созданные системы от настоящих людей».

В английском языке словосочетание «Artificial Intelligence» не имеет человекоподобного свойства (антропоморфизма), которое оно приобрело в традиционном русском переводе: слово «intelligence» в используемом контексте скорее означает «умение рассуждать разумно», «умственные способности» или

«интеллектуальность», а вовсе не «интеллект» (для которого есть английский аналог «intellect»). Из-за этого некорректного перевода происходит неприятие этого термина и научного направления многими учеными и руководителями научных организаций.

Именно поэтому, описывая разработку и внедрение «технологий ИИ» типа распознавания речи (как это нередко делается сегодня) целесообразно использовать более корректные термины «интеллектуализация», «степень интеллектуализации» или «степень интеллектуальности». А популярные сегодня нейронные сети — это всего лишь компьютерная математическая модель, основанная на принципах работы человеческого мозга, которые настраиваются для работы в определенных специализированных условиях, но объяснить свое принятие решения — не в состоянии [19, 20]

Интеллектуализация, наряду с механизацией, автоматизацией и роботизацией, как отмечалось выше, является одним из направлений и эволюционных этапов НТП [19-21].

Показатели качества деятельности, продукции компаний приборостроения

В экономической литературе XXI века появилось много некорректных переводов понятий и терминов из западных источников, что нельзя рассматривать как эволюцию терминологии. Вот некоторые из примеров.

KPI (Key Performance Indicator) — это показатель достижения успеха (качества) в определенной деятельности или в достижении определенных целей. Можно сказать, что KPI — это количественно измеряемый индикатор фактически достигнутых результатов. На русский язык термин наиболее часто экономистами и коммерсантами переводится как «ключевой показатель эффективности», что является не вполне корректным переводом: эффективность характеризует соотношение между достигнутым результатом и затраченными ресурсами, а с помощью KPI можно измерять и другие параметры качества. Более правильным является перевод «Ключевой показатель деятельности» или «Ключевой показатель качества деятельности организации» [17].

Другим примером некорректного толкования авторами экономической литературы семантики показателей качества являются понятия «интегральный KPI» и «комплексный KPI». В статье [16] приведен пример такого некорректного изложения, когда ключевой инновационный показатель эффективности (КПЭ) компаний, введенный специалистами Открытого правительства России (Экспертным советом при Правительстве России), специалистами ВШЭ и Минэкономразвития России, был некорректно переименован в Интегральный показатель эффективности инновационной деятельности (ИКПЭ ИД).

Рекомендации по составу и обоснованию целевых значений КПЭ ИД, согласованные 07.11.2015 г. Председателем Правительства РФ Д. А. Медведевым, и основные положения и методы измерения научной дисциплины квалиметрии [18], в рамках которой

изучается методология комплексной количественной оценки качества объектов и процессов любой природы (в том числе и инновационной деятельности), легли в основу разработки КПЭ ИД. В соответствии с основными понятиями квалиметрии и алгоритмами расчета качества продукции по ГОСТ 15467-79 (ГОСТ СЭВ 3519-81) [18] данный показатель, характеризующий несколько свойств инновационной деятельности, правильно определить как комплексный показатель (K_0) по формуле, приведенной в ГОСТ 15467-79, и вычислять методом среднего арифметического взвешенного:

$$K_0 = \sum_{i=1}^n K_i \alpha_i,$$

где K_i — показатель i -го свойства оцениваемой продукции или процесса; α_i — коэффициент весомости показателя K_i (индекс критериальной значимости (ИКЗ) соответствующих критериев при их агрегировании).

Из этой формулы следует, что K_0 агрегирует и тем самым характеризует одновременно n различных свойств продукции.

Следует отметить, что данный аддитивный (оптимистический) алгоритм агрегирования частных показателей качества (ЧПК), впервые предложенный академиком А. Н. Крыловым, в области малых значений ЧПК дает существенную погрешность [22, 23].

Более предпочтительным в этой связи следует считать мультипликативный (пессимистический) алгоритм свертки Д. Ф. Нэша, но наиболее приемлемым для оценки качества сложных процессов и систем следует считать так называемый гармонический алгоритм свертки, как среднегеометрическое оценок по А. Н. Крылову и Д. Ф. Нэшу [22].

Интегральный же показатель качества, в соответствии с ГОСТ 15467-79 [18]: «Показатель качества продукции, являющийся отношением суммарного полезного эффекта от эксплуатации или потребления продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление», что, как показывает практика, является весьма критичным при использовании договорных цен и оценки затрат разных типов [23].

Комплексный подход при оценке качества деятельности предприятия, по нашему мнению, целесообразно применять также и для оценки степени развития механизации, автоматизации, интеллектуализации и роботизации.

Так, например, в контексте анализа НТП, качество (степень) автоматизации проектирования и «степень цивилизованности развития» производства или судна можно оценивать в соответствии с [13] и [17] по аддитивному алгоритму вида

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_\Pi &= \sum_{i=1}^n SA_i \alpha_i = \\ &= SA_\Pi \alpha_1 + CЦУ_\Pi \alpha_2 + C//_\Pi \alpha_3 + CPeca_4 + CPer \alpha_4, \end{aligned} \quad (1)$$

где \mathcal{E}_Π — комплексный показатель качества процессов проектирования; SA_i — i -й оцениваемый частный показатель качества проектирования из групп А, Б, В,

Г, Д: А) — степень (ЧПК) автоматизации процессов проектирования (САП), Б) — степень (ЧПК) централизации (децентрализации, степень координации принятия решений — СКПР) управления процессами проектирования (СЦУП); В) — степень (ЧПК) распараллеливания выполнения процессов проектирования (С//П); Г) — степень (ЧПК) ресурсоемкости выполнения процессов проектирования (СРес); Д) — степень (ЧПК) регламентированности выполнения процессов проектирования (СРег).

В свою очередь, качество использования достижений НТП, или качество внедрения этапов НТП («степень цивилизованности развития» производства или судна) можно оценить в соответствии с алгоритмом

$$\text{СИУ} = \text{КМ} \text{СМ} + \text{КА} \text{СА} + \text{КИ} \text{СИ} + \text{Кр} \text{Ср}, \quad (2)$$

где СМ, СА, СИ, СР — степени (ЧПК) развития, соответственно, механизации, автоматизации, интеллектуализации, роботизации организационно-технологических процессов (МАИР); КМ, КА, КИ, КР — соответствующие экспертные коэффициенты (ИКЗ), коэффициенты, учитывающие вес каждого процесса в комплексной степени управления. Более детальный подход изложен в работах авторов [13-17, 19-23].

Количественная оценка качества автоматизации проектирования (1) и степени (ЧПК) развития, соответственно, механизации, автоматизации, интеллектуализации, роботизации организационно-технологических процессов (МАИР) (2) позволяет на цифровом уровне анализировать динамику развития этапов НТП и формировать соответствующие организационно-технологические решения и программы их реализации, оценивать уровни инновационного и инвестиционного обеспечения. Системная значимость подобной цифровизации при управлении сложными организационно-технологическими процессами не должна иметь сомнений в эпоху цифровой экономики, научно-технологического обоснования путей опережающего развития и обеспечения технологического суверенитета РФ.

Эволюция терминологии

Динамика процессов развития общества, его НТП, естественно, приводит к развитию и используемых понятий, определений терминов, аббревиатур и выражений, глоссария, тезауруса и в целом — к эволюции терминологии.

Не обходится при этом и без казусов. Так, раскрытое в 2017 г. Правительством РФ значение введенного понятия «цифровая экономика», длительное время обсуждалось в широких кругах и находило совсем неожиданные толкования, в том числе в варианте, например, «цифровая стоматология», «цифровая энергетика».

Согласно определению БЭС [25] «экономика» — это 1) совокупность общественных отношений в сфере производства, обмена и распределения продукции; 2) народное хозяйство данной страны или его часть,

включающая определенные отрасли и виды производства; 3) экономическая наука, изучающая ту или иную отрасль хозяйства, хозяйства региона (экономика промышленности, экономика торговли и др.).

Следовательно, и «совокупность общественных отношений» и «народное хозяйство» и «наука» в общем случае, по нашему мнению, не могут быть ни цифровыми, ни аналоговыми, а могут использовать в своих реализациях цифровую форму представления при передаче, хранении и обработке экономических данных и изменении этих данных в цифровых хранилищах, а, тем более, могут и должны широко внедрять и использовать современные информационные технологии.

По сути дела, говоря о «цифровой экономике» мы должны четко представлять, что на самом деле речь идет не о создании новой экономики — она и так цифровая, а о переводе экономики на новую технологическую базу, которая в свою очередь открывает новые возможности [28].

Таким образом, по аналогии с «высокотехнологичной продукцией», под термином «цифровая экономика» следует понимать экономику с высокоавтоматизированной электронно-цифровой технологической базой, а под термином «цифровое производство» — производство с высокой степенью механизации, автоматизации, интеллектуализации и роботизации.

При этом следует отметить, что сам термин «технология» уже давно «расширил свои границы» от технологической подготовки производства (от конструкторской документации к созданию опытных образцов на производстве) к технологии концептуального, исследовательского и технического проектирования до создания, эксплуатации и утилизации продукции.

В настоящее время в научной среде сформировалось два подхода к прочтению и пониманию новых, вводимых экономическими форумами, президентскими указами и методическими рекомендациями ФОИВ, терминов, определений и путей развития. Первый подход можно определить, как — «общественно-гуманитарный» (по аналогии с классификацией областей наук [24]) или «экономико-коммерческий» и отражает мнение экономистов, журналистов, банкиров, финансистов, бухгалтеров, юристов, политиков, госслужащих и депутатов. То есть людей, не занимающихся непосредственным производством, проектированием, конструированием и созданием новой современной техники, организацией и управлением научно-производственными предприятиями.

Второй подход определим как «естественно-технический» [24] или «инженерно-технологический». Он отражает взгляды на новые термины, определения и стратегии развития инженеров, математиков, механиков, физиков, специалистов по информатике, электронно-вычислительной технике и телекоммуникациям, энергетиков, электротехников и людей, непосредственно занимающихся производством, проектированием, конструированием и созданием новой современной техники, организацией и управлением научно-производственными предприятиями.

Обобщая аспект эволюции терминологии, его неразрывную и естественную связь с эволюцией направлений научно-технического прогресса в кибернетическом контексте, в табл. 2 представлены современные термины и понятия, имеющие различную семантику для этих двух подходов.

Представленная в систематизированной форме специфика эволюции основных понятий в контексте эволюции этапов НТР позволит в процессе дальней-

шего развития оценить их динамику и семантическую устойчивость, а также своевременно разрешить выявленные методологические несоответствия.

Выводы

1. Эмпирические методологии Н. И. Дятчина [5, 6] и С. Н. Гринченко [8, 9] достаточно детально отображают исторические процессы эволюции НТП, но

Таблица 2

Современные термины и понятия, имеющие различную семантику для двух подходов

№ п/п	Наименование термина, понятия	Общественно-гуманитарное или экономико-коммерческое мировоззрение	Естественно-техническое или инженерно-технологическое мировоззрение
1	2	3	4
1	Интеллектуализация	К сектору интеллектуальных услуг специалисты ВШЭ отнесли: услуги в сфере создания и распространения рекламы; маркетинговые услуги; консалтинговые услуги в области аудита и услуги по подбору персонала; услуги инжиниринговые, юридические, дизайнерские и риэлтерские; услуги по финансовому консультированию, доверительному управлению [30]	Расширенное поэтапное внедрение в технические объекты и системы, а также в различные технологии (в том числе, информационные) компонентов, обладающих интеллектуальными свойствами. Сегодня она наблюдается повсеместно – от детских игрушек и бытовых приборов (оснащённых микрочипами), до сложнейших технологических комплексов [29]
2	Информатизация	Социально-экономический и научно-технический процесс создания оптимальных условий удовлетворения информационных потребностей людей, организаций, всех структур общества на основе разработки и использования перспективных информационных технологий [27]	Применение информационных технологий для формирования и использования информационных ресурсов, электронного документооборота [7]
3	Информатика	Отрасль знаний, изучающая общие свойства и структуру научной информации, а также закономерности и принципы ее создания, преобразования, накопления, передачи [27]	Наука об извлечении информации из сообщений, создании информационных ресурсов, программировании поведения машин и о других сущностях, связанных с построением и применением человеко-машинной среды, решения задач моделирования, проектирования, взаимодействия, обучения [7]
4	Компьютер или ЭВМ	Computer. Устройство для выполнения арифметических и логических операций. Эти операции выполняются автоматически по заданной программе. К. используются в основном для быстрой обработки данных. Существует много классификаций К., однако одним из наиболее важных критериев является скорость обработки информации. В число основных функций К. входят следующие: а) выполнение арифметических и логических операций; б) контроль за прохождением информации; в) перемещение и сортировка информации; г) интерфейс (взаимодействие) с устройствами ввода и вывода данных [33]	1. Электронная вычислительная машина (ЭВМ), устройство, в котором основные функциональные узлы (логические, запоминающие, индикационные и др.), предназначенные для автоматической обработки информации в процессе решения вычислительных и информационных задач, выполнены на электронных элементах (в отличие от компьютера, где вычисления могут быть произведены механическими, биологическими, оптическими, квантовыми и др. способами). Ныне термин «ЭВМ» стал синонимом термина «компьютер» и почти вытеснен из бытового употребления [7]. 2. Компьютер (англ. computer, от лат. computo – считать, вычислять), устройство, предназначенное для автоматизации процессов обработки информации, в котором аппаратура работает под управлением, определяющим его действие программ [7]
5	KPI	КПЭ – ключевой показатель эффективности	Key Performance Indicator – это ключевой показатель достижения успеха (качества) в определенной деятельности или в достижении определенных целей; количественно измеряемый индикатор фактически достигнутых результатов [17]
6	Механизм и механизация	Система или устройство, определяющие порядок какого-либо вида деятельности или процесса». Таким образом, во втором значении вместо термина «механизм» можно использовать такие синонимы, как: «процесс» «регламент», «дорожная карта», «система управления», «регулятор», «организационная система» и т. п. [34]	Устройство машины, прибора, аппарата и т. п., приводящее их в действие или система твердых тел (звеньев), предназначенная для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемые движения других тел [7]
7	Современное развитие комплексной автоматизации	Цифровая трансформация	Современный этап эволюции НТП, включающий всеобъемлющее внедрение и эффективное использование средств электронной вычислительной техники (СЭВТ), телекоммуникационных систем связи (ТСС), инноваций информатики, кибернетики и роботизации для достижения высшей степени комплексной автоматизации предприятия – малолюдного производства и реализации продукции, работ и услуг [15]

Таблица 2 (окончание)

1	2	3	4
8	Оцифровка	Аналог термина «цифровизация» и это очень негативное заблуждение	Оцифровка (англ. digitization) – это процесс преобразования аналоговых технологий и физических объектов в цифровые. Описание объекта, изображения или аудио- видеосигнала (в аналоговом виде) в виде набора дискретных цифровых замеров (выборки) этого сигнала/объекта, при помощи той или иной аппаратуры, которая переводит его в цифровой вид, пригодный для записи на электронные носители [32]
9	Цифра	Под журналистским термином «цифра» понимается множество всего-всего, связанного с использованием средств электронной вычислительной техники (СЭВТ) и телекоммуникационных систем связи (ТСС) в экономике, журналистике, торговле, предпринимательской и правоохранительной деятельности, управлении производством, здравоохранением, государством [32, 36]	Цифры (от позднелатинского cifra) – знаки для обозначения чисел. Современные цифры (арабские) перенесены в Европу арабами в 12 веке (по-видимому, из Индии) и получили широкое распространение в XVI веке. В узком смысле слова «цифрами» называются знаки 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Цифры служат для представления и обозначения натуральных чисел, которое определяется системами счисления. Наиболее совершенным счислением является позиционный (поместный), согласно которому один и тот же числовой знак (цифра) имеет различные значения в зависимости от места, где он расположен. К числу таких систем относится современная десятичная система счисления (с основанием $n=10$). При вычислениях на ЭВМ в основном применяется система счисления с основанием 2 (двоичная система счисления). Т. е. используются только две цифры: 0 и 1, а основную элементарную операцию – арифметическое сложение кодов двух чисел в ЭВМ или компьютере (англ. computer – «вычислитель») и других цифровых устройствах выполняют сумматоры [7]
10	Цифровая зрелость	1. Уровень прогресса компании в рамках реализации мероприятий по цифровой трансформации [34]. 2. Цифровая зрелость является ключевым показателем степени готовности государства и компаний к внедрению цифровых решений в их процессы. Так, Минцифры уже разработана общая методика расчета показателя, ожидается появление таких индикаторов и по отдельным отраслям – пока отсутствие модели цифровой зрелости затрудняет оценку цифровой трансформации [32]	Степень комплексной цифровой автоматизации предприятия (СКЦАП): усредненное значение уровней автоматизации подавляющего большинства бизнес-процессов предприятия и качества используемого программного обеспечения по формуле: $P_{цп} = 1/(m-n) \sum_{i=1}^m P_i,$ где $P_{цп}$ – нормированная СКЦАП; P_i – итоговая обобщенная СКЦАП (формы); n – количество показателей, отмеченных в столбце «задача не целесообразна для автоматизации» (получивших оценку «0»); m – количество показателей в форме [15]
11	Цифровизация	Цифровизация пришла на смену информатизации и компьютеризации, когда речь шла в основном об использовании вычислительной техники, компьютеров и информационных технологий для решения отдельных экономических задач [33]	Оцифровка (англ. digitization) – это процесс преобразования аналоговых технологий и физических объектов в цифровые. Описание объекта, изображения или аудио- видеосигнала (в аналоговом виде) в виде набора дискретных цифровых замеров (выборки) этого сигнала/объекта, при помощи той или иной аппаратуры, которая переводит его в цифровой вид, пригодный для записи на электронные носители [35]
12	Цифровая трансформация (ЦТ)	Комплексное преобразование бизнес-модели, продуктов и услуг и/или бизнес-процессов компании, направленное на рост конкурентоспособности компании и достижение стратегических целей компании и отвечающее критерию экономической эффективности на основе реализации портфеля инициатив по внедрению цифровых технологий, использованию данных, развитию кадров, компетенций и культуры для цифровой трансформации, современных подходов к управлению внедрением цифровых решений и финансированию внедрения цифровых решений [34]	Современное развитие комплексной автоматизации производственных компаний приборостроения – с 1980-х гг., в торговой и банковской сфере – с начала XXI в. [15]

не отражают и не детализируют появление инноваций и достижений НТП нашего времени, т. е. после 2000 г. Их разработки невозможно применить для оценки уровней или степеней развития современных научно-производственных компаний.

2. Механизация, автоматизация, интеллектуализация и роботизация – четыре направления, характеризующие эволюцию НТП во многих сферах

человеческой деятельности, в том числе и бизнес-процессов (организационно-технологических процессов) приборостроительных компаний. Степени развития этих направлений целесообразно учитывать как качество деятельности и продукции научно-производственных компаний.

3. KPI (Key Performance Indicator) – это ключевой показатель достижения успеха или качества в со-

- ответствующей деятельности или в достижении определенных целей, но не является только показателем эффективности или ключевым показателем эффективности.
4. В соответствии с основными понятиями квалиметрии и алгоритмами оценки качества продукции по ГОСТ 15467-79 целесообразно использовать при системной (комплексной) оценке качества деятельности, продукции и услуг (например, сервисного обслуживания) научно-производственных компаний.
 5. Под термином «цифровая экономика» целесообразно подразумевать экономику с высокоавтоматизированной электронно-цифровой технологической базой, а под термином «цифровое производство» — производство с высокой степенью механизации, автоматизации, интеллектуализации и роботизации.
 6. В настоящее время имеются определенные разногласия по терминологии между специалистами в общественно-гуманитарной или экономико-коммерческой областях деятельности и инженерно-техническими специалистами новых областей знаний и производства, что требует методического разрешения и объединения усилий в обеспечение гармонического развития.
 7. Выполненный анализ позволяет критически оценивать и на современном уровне терминологически корректно сопоставлять результаты решения поставленных задач и обоснованно формировать целеполагание на основе количественной оценки и прогнозирования качества продукции и услуг, деятельности организаций и компаний, включая предприятия приборостроения.

Список использованных источников

1. А. В. Островский. История цивилизации. СПб.: Михайлов, 2000. 359 с.
2. О. Н. Филиппенко. Развитие технического прогресса и этапы истории цивилизации//Управление проектами и развитие производства. 2004. № 1 (9). С. 31-36.
3. Л. С. Бляхман. Научно-технический прогресс. Большая российская энциклопедия. Т. 22. М.: БРА, 2013. С. 159-160.
4. В. Ф. Турчин. Феномен науки: кибернетический подход к эволюции. Изд. 2-е. М.: ЭТС, 2000. 368 с.
5. Н. И. Дятчин. Периодизация истории развития техники//Известия Алтайского ГУ. История и археология. 2010. С. 75-80.
6. Н. И. Дятчин. Истории и закономерности развития техники, законы строения, функционирования и развития технических объектов и систем: монография. В 2-х т. Барнаул. Изд.: АлтГУ, 2010 с.
7. Большая российская энциклопедия. Т. 13. М.: БРЭ, 2009. 783 с.
8. С. Н. Гринченко. О генезисе информационного общества: информатико-кибернетическое модельное представление//Информация и ее применение. 2019. Т. 13. Вып. 2. С. 100-108.
9. Ю. Л. Шапова, С. Н. Гринченко. Введение в теорию археологической эпохи: числовое моделирование и логарифмические шкалы пространственно-временных координат. М.: Исторический факультет Моск. ун-та, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, 2017. 236 с.
10. И. В. Мелик-Гайгазян. Информационное общество//Большая российская энциклопедия. Т. 11. М.: Большая Российская энциклопедия, 2008. С. 490.
11. А. В. Жирмунский, В. И. Кузьмин. Критические уровни в процессах развития биологических систем. М.: Наука, 1982. 179 с.
12. С. М. Евсеенко, Д. А. Скороходов. О степени механизации и автоматизации организационно-технологических процессов предприятия и корабля//Морские интеллектуальные системы. 2013. № 3 (21). С. 44-49.
13. С. М. Евсеенко, Д. А. Скороходов. О степени интеллектуализации, роботизации и комплексной оценки управления организационно-технологическими процессами предприятия и корабля//Морские интеллектуальные технологии. 2013. № 4 (22). С. 53-61.
14. С. М. Евсеенко. Обзор методов определения степени механизации и автоматизации организационно-технологических процессов производственного предприятия или корабля//Специальный выпуск научно-технического сборника «Системы управления и обработки информации». СПб.: АО «Концерн «НПО «Аврора», 2018. С. 48-57.
15. Программа инновационного развития АО «Концерн «НПО «Аврора» на 2016-2020 гг. 4-я ред. СПб., 2018. 292 с.
16. С. М. Евсеенко. Опыт разработки, реализации и оценки качества программы инновационного развития высокотехнологичного предприятия//Инновации. 2019. № 6. С. 9-19.
17. С. М. Евсеенко. Комплексный показатель качества проектирования изделий научно-производственного приборостроительного предприятия//Инновации. 2020. № 7. С. 20-29.
18. ГОСТ 15467-79 (ГОСТ СЭВ 3519-81). Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения, 6-е изд. (май 2009 г.). М.: Издательство стандартов, 1987. С. 40.
19. С. М. Евсеенко, А. В. Алексеев. Об искусственной интеллектуализации и определении степени интеллектуализации продукции и деятельности приборостроительного предприятия//Морские интеллектуальные технологии. 2021. № 4. С. 140-150.
20. А. В. Алексеев, С. М. Евсеенко. Квалиметрия интеллектуализации и деятельности предприятия//Науч. ред. Б. В. Соколов//Перспективные направления развития отечественных информационных технологий: материалы VIII межрегиональной научно-практической конф. Севастополь, 21-25 сентября 2021 г. Севастопольский государственный университет. Севастополь: СевГУ, 2021. С. 131-136.
21. А. В. Алексеев, С. М. Евсеенко. Об интеллекте и определении степени интеллектуализации продукции и деятельности приборостроительного предприятия//Инновации. 2021. № 6. С. 36-47.
22. А. И. Субетто, А. В. Алексеев. Теория практики квалиметрического обеспечения развития морских автоматизированных систем//Актуальные проблемы морской энергетики: материалы седьмой Всероссийской межотраслевой научно-технической конференции в рамках Второго Всероссийского научно-технического форума «Корабельная энергетика: из прошлого в будущее». СПб.: Изд-во СПбГМТУ, 2018. С. 78-86.
23. А. В. Алексеев, Б. В. Соколов. Теория информации: эволюция взглядов и подходов, современные проблемы и возможные пути развития//Проблемы информатизации. Вып. 3. М.: РАН и Минпромнауки и технологий РФ, 2001. С. 26-29.
24. Минэкономразвития России (2021). Классификация областей наук. Приложение № 1 к форме федерального статистического наблюдения. Приказ Росстата от 30.07.2020 г. № 424 (ред. от 26.02.2021 г.).
25. Большой энциклопедический словарь/Гл. ред. А. М. Прохоров. 2-е изд. М.: Советская энциклопедия, 2001. 544 с.
26. К. Шваб. Четвертая промышленная революция. М.: Издательство «Э», 2017. 288 с.
27. Большой экономический словарь/Сост. А. Б. Борисов. 2-е изд. М.: Книжный мир. 2006. 543 с.
28. В. Иванов, Г. Г. Маллинецкий/Цифровая экономика: от теории к практике//Инновации. 2017. № 12 (230). С. 3-12.
29. Э. А. Витол. Интеллектуализация техники — главный вектор современной эволюции//Философия и космология. 2013. С. 64-91.
30. Высшая школа экономики и компания «Ромир» изучили развитие сектора интеллектуальных услуг в России. Центр гуманитарных технологий. <https://gtmarket.ru/news/corporate/2007/12/14/1513>.
31. Принять вызов цифровой экономики. <http://expert.ru/siberia/2017/48/prinyavvyizov-tsifrovoy-ekonomiki>.
32. Д. Галиева. «Цифре» ищут порог зрелости//Коммерсант. 7 декабря 2020 г.
33. Ч. Дж. Вулфел. Энциклопедия банковского дела и финансов. Самара: ЗАО «Корпорация Федоров», 2003. 1584 с.
34. Минцифры России (2020). Методические рекомендации по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием. Одобрены на заседании президиума правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества. М., 2019. 20 с.
35. П. Хоровиц, У. Хилл. Искусство схемотехники/Пер. с англ. В 3-х т. Т. 2. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Мир, 1993. 371 с.
36. А. Мироненко. Как город переходит на цифру//Петербургский дневник. 15 февраля 2023 г. С. 7.

References

1. A. V. Ostrovsky. History of civilization. St. Petersburg, 2000. 359 p.
2. O. N. Filipenko. The development of technological progress and the stages of the history of civilization//Upravlenie proektami i razvitie proizvodstva [Project management and production development]. 2004. № 1 (9). P. 31-36.
3. L. S. Blyakhman. Scientific and technological progress. Bol'shaya Rossijskaya enciklopediya [Great Russian Encyclopedia]. Vol. 22. Moscow, 2013. P. 159-160.
4. V. F. Turchin. Phenomenon of Science: A Cybernetic Approach to Evolution. Second edition. Moscow, 2000. 368 p.
5. N. I. Dyatchin. Periodization of the technology development history//Izvestiya Altajskogo GU. Istoriya i arheologiya [Bulletin of the Altai State University. History and archeology]. 2010. P. 75-80.
6. N. I. Dyatchin. History and patterns of technology development, laws of structure, functioning and development of technical objects and systems: a monograph. In 2 vols. Barnaul, 2010.
7. Great Russian Encyclopedia. Vol. 13. Moscow, 2009. 783 p.
8. S. N. Grinchenko. About the genesis of the information society: informatics-cybernetic model representation//Informaciya i eyo primenenie [Information and its application]. 2019. Vol. 13. Iss. 2. P. 100-108.
9. Yu. L. Shchapova, S. N. Grinchenko. Introduction to the theory of the archaeological era: numerical modeling and logarithmic scales of spacetime coordinates. Moscow, 2017. 236 p.
10. I. V. Melik-Gaygazyan. Information Society//Bol'shaya Rossijskaya enciklopediya [Great Russian Encyclopedia], Vol. 11. Moscow, 2008. 490 p.
11. A. V. Zhirmunsky, V. I. Kuzmin. Critical levels in the development of biological systems. Moscow, 1982. 179 p.
12. S. M. Evseenko, D. A. Skorokhodov. On the degree of mechanization and automation of organizational and technological processes of an enterprise and a ship//Morskije intellektual'nye sistemy [Marine Intelligent Systems]. 2013. № 3 (21). P. 44-49.
13. S. M. Evseenko, D. A. Skorokhodov. On the degree of intellectualization, robotization and comprehensive assessment of the management of organizational and technological processes of an enterprise and a ship//Morskije intellektual'nye sistemy [Marine Intelligent Systems]. 2013. № 4 (22). P. 53-61.
14. S. M. Evseenko. Review of methods for determining the degree of mechanization and automation of organizational and technological processes of a manufacturing enterprise or ship//Special issue of the edition «Sistemy upravleniya i obrabotki informacii» [Control and information processing systems]. St. Petersburg, 2018. P. 48-57.
15. Program of innovative development of JSC Concern Avrora Scientific and Production Association for the period 2016-2020. 4th edition. St. Petersburg, 2018. P. 292.
16. S. M. Evseenko. Experience of development, implementation and qualitative assessment of innovative development program for a high-tech enterprise//Innovacii [Innovations]. 2019. № 6. P. 9-19.
17. S. M. Evseenko. A comprehensive indicator of the quality of product design at a research and production instrument-making enterprise//Innovacii [Innovations]. 2020. № 7. P. 20-29.
18. State Standart 15467-79 (State Standart Comecon 3519-81). Product quality management. Basic concepts. Terms and definitions. 6th edition (may 2009). Moscow, 1987. P. 40.
19. S. M. Evseenko, A. V. Alekseev. On artificial intellectualization and determining the degree of intellectualization for products and activities of an instrument-making enterprise//Morskije intellektual'nye tekhnologii [Marine Intelligent technologies]. 2021. № 4. P. 140-150.
20. A. V. Alekseev, S. M. Evseenko. Qualimetry of intellectualization and enterprise activity/ Ed. by B. V. Sokolov//Perspektivnye napravleniya razvitiya otechestvennykh informacionnykh tekhnologij: materialy VIII mezhhregional'noj nauchno-prakticheskoj konf. Sevastopol', 21-25 sentyabrya 2021 g. [Perspective development directions of domestic information technologies: materials of the 8th interregional scientific and practical conference. Sevastopol, September 21-25, 2021]. Sevastopol, 2021. P. 131-136.
21. A. V. Alekseev, S. M. Evseenko. On intelligence and determining the intellectualization degree for products and activities of an instrument-making enterprise//Innovacii [Innovations]. 2021. № 6. P. 36-47.
22. A. I. Subetto, A. V. Alekseev. The theory of practice of qualimetric support for the development of marine automated systems//Aktual'nye problemy morskoi energetiki: materialy sed'moj Vserossijskoj mezhotraslevoj nauchno-tekhnicheskoi konferencii v ramkah Vtorogo Vserossijskogo nauchno-tekhnicheskogo foruma «Korabel'naya energetika: iz proshlogo v budushchee» [Actual problems of marine energy: materials of the seventh All-Russian intersectoral scientific and technical conference in the framework of the Second All-Russian scientific and technical forum «Ship energy: from the past to the future»]. St. Petersburg, 2018. P. 78-86.
23. A. V. Alekseev, B. V. Sokolov. Theory of information: evolution of views and approaches, modern problems and possible ways of development//Problemy informatizacii [Problems of informatization]. Vol. 3. Moscow, 2001. P. 26-29.
24. Russian Ministry of Economic Development (2021). Appendix № 1 to the form of federal statistical observation. Order of the Federal State Statistics Service dated 30.07.2020 № 424 (modified on 26.02.2021).
25. Grand encyclopedic dictionary/Ed. by A.M. Prokhorov. Second edition. Moscow, 2001. 544 p.
26. K. Schwab. Fourth industrial revolution. Moscow, 2017. 288 p.
27. Grand Economic Dictionary/Ed. by A. B. Borisov. Second edition. Moscow? 2006. 543 p.
28. V. V. Ivanov, G. G. Malinetsky. Digital economy: from theory to practice//Innovacii [Innovations]. 2017. № 12 (230). P. 3-12.
29. E. A. Vitol. Intellectualization of technology — the main vector of modern evolution//Filosofiya i kosmologiya [Philosophy and cosmology]. 2013. P. 64-91.
30. Electronic resource «The Higher School of Economics and «Romir» company studied the development of the knowledge-based services sector in Russia» on Centr gumanitarnykh tekhnologij [Center for Humanitarian Technologies]. <https://gtmarket.ru/news/corporate/2007/12/14/1513>.
31. Electronic resource «Accept the challenge of the digital economy». <http://expert.ru/siberia/2017/48/prinyat-vyzov-tsifrovoy-ekonomiki>.
32. D. Galiyeva. «Digitals» are looking for the maturity rate//Kommersant [newspaper]. Issued on 07.12.2020.
33. Ch. J. Woelfel. Encyclopedia of banking & finance/Russian translation. Samara, 2003. 1584 p.
34. Russian Ministry of Digital Development (2020). Guidelines for the digital transformation of state corporations and companies with state participation. Approved at a meeting of the presidium of the government commission on digital development, the use of information technology to improve quality. Moscow, 2019. 20 p.
35. P. Horowitz, W. Hill. The Art of Schema Engineering/In Russian Translation. In 3 vols. Vol. 2. 4th edition. Moscow, 1993. 371 p.
36. A. Mironenko. How the city is switching to digital//Peterburgskij dnevnik [Petersburg Diary], edited on 15.02.2023. P. 7.