

УДК 167+004

DOI 10.17726/phillT.2020.2.6

Развитие компьютерной техники как средств поддержки информационных технологий путем управления отдельными узлами

Ткаченко Кирилл Станиславович,

*инженер 1-й категории,
кафедра «Информационные технологии
и компьютерные системы»,*

*Севастопольский государственный университет,
г. Севастополь, Россия*

KSTkachenko@sevsu.ru

Аннотация. Совершенные компьютеры с высокой точностью и быстродействием в диалоговом режиме повышают гибкость процессов в части объективного контроля результатов деятельности, в том числе благодаря тому, что автоматическое регулирование различных устройств производится по результатам их взаимодействий между собой по коммуникационным каналам. Имитация человеческого мышления с помощью компьютеров является механизмом, способным гарантировать работу в условиях неопределенности. Сопутствующее этому процессу увеличение объемов обрабатываемой информации делает невозможным ее обработку без активного использования вычислительной техники, а, в свою очередь, усложнение компьютерных средств приводит к трудоемкости управления ими. Поэтому компьютерными узлами необходимо управлять. Получено удобное средство управления компьютерными узлами с участием эксперта. Чтобы управлять компьютерным узлом, требуется корректировать его параметры. Корректировка параметров компьютерного узла должна осуществляться после проведения и на основе анализа информации о текущем функционировании компьютерного узла. В качестве анализа осуществляется проверка статистических гипотез об узловом состоянии. Предложенный подход к развитию средств вычислительной техники может быть применен для проектирования сложных структурированных компьютерных систем и сетей. В работе используются аналитическое моделирование систем массового обслуживания и методы непараметрических статистик. Корректировка параметров компьютерных узлов позволяет достичь повышения их производительности.

Ключевые слова: компьютерная техника; информационные технологии; развитие.

Development of computer technology as a means of supporting information technologies by managing individual nodes

Tkachenko Kirill Stanislavovich,

Engineer 1st cat.,

*Department of «Information Technologies and Computer Systems»,
Sevastopol State University,
Sevastopol, Russia*

KSTkachenko@sevsu.ru

Abstract. Advanced computers with high accuracy and speed in interactive mode increase the flexibility of processes in terms of objective control of performance, including due to the fact that automatic control of various devices is performed based on the results of their interactions with each other through communication channels. Simulation of human thinking using computers is a mechanism that can guarantee work in conditions of uncertainty. The accompanying increase in the volume of processed information makes it impossible to process it without the active use of computer technology, and, in turn, the complexity of computer tools leads to the complexity of managing them. Therefore, computer nodes must be managed. A convenient tool for managing computer nodes with the participation of an expert is obtained. To manage a computer node, you need to adjust its parameters. Adjustment of the computer node parameters should be made after and based on the analysis of information about the current functioning of the computer node. As the analysis is carried out verification of statistical hypotheses about node status. The proposed approach to the development of computer technology can be applied to the design of complex structured computer systems and networks. The paper uses analytical modeling of queuing systems and methods of nonparametric statistics. Adjusting the parameters of computer nodes allows you to improve their performance.

Keywords: computer technology; information technology; development.

Интеллектуализация программ стала возможной с появлением у компьютеров достаточных мощностей, в том числе производительности и объема оперативной памяти [1]. Эти мощности дали толчок к реализации компьютерных формальных систем, напри-

мер для доказательства теорем. Такие системы в некотором плане являются достаточными для демонстрации «разумности» у компьютерных систем. Моделирование человеческих способов решения задач служит для достижения лучших показателей компьютерной производительности. Автоматизация методов поиска решений задач, ранее считавшихся интеллектуальными, ложится в основу развития когнитивных способностей компьютерных систем. Во многих случаях для таких задач отсутствуют известные алгоритмы нахождения решения. Имитация человеческого мышления является механизмом, способным гарантировать работу в условиях неопределенности. Но рефлексивная мыслительная деятельность компьютерным системам в полной мере не является доступной. Компьютерная интерпретация формальных символов в автоматическом режиме после этапа обучения повышает эффективность использования систем информатизации. Накопление знаний этими системами приводит к совершенствованию механизмов принятия решений. Систематизация существующих доступных подходов выработки рассуждений и их последующая тестовая проверка в некоторых областях, таких как интеллектуальные игры, играет решающую роль для развития интеллектуальных систем.

Развитие возможностей искусственного интеллекта наилучшим образом происходит в условиях мультидисциплинарных подходов [2]. Изменение этих подходов в ходе взаимных коммуникаций в различных и смежных областях влияет на характер получаемых результатов. Решение возникающих при таких коммуникациях междисциплинарных задач приводит к появлению новых моделей существующих сложных систем. Синтез поведения этих моделей во времени с учетом необходимых для них возможностей является основой разработки принципиально новых архитектур искусственного интеллекта. В частности, искусственный интеллект может рассматриваться как способ синтеза информации из нескольких внутренних и внешних источников. Результат применения этого способа должен находиться во взаимной корреляции с предполагаемыми и предпочитаемыми тестами. Единая и взаимосвязанная структура формируемого средства зависит и определяется ее внутренним состоянием. Анализ результатов моделирования влияет на пути изменения применяемых моделей и является основой для создания новых. Предсказание изменения состояний модели в человеческой интерпретации может соответствовать

творческим процессам. Для компьютерной инженерии имеет значение эмпирическая оценка характеристик распределенных систем и сетей, производимая их интеллектуальными подсистемами, что требуется при решении трудоемких эксплуатационных задач на этапе использования таких систем.

Искусственный интеллект позволяет решать задачи в трудноформализуемых областях [3]. Решение задач достигается за счет увеличения количества вариантов решения. Считается, что методы искусственного интеллекта приближают количество этих вариантов к практически бесконечному. Применение на практике систем, содержащих элементы искусственного интеллекта, приводит к исключению человека из процесса принятия решений. Возможности «суперинтеллекта» увеличивает разнообразие прогнозов и оценок. Повышение объемов обрабатываемой информации делает невыполнимой ее обработку без активного использования вычислительной техники. Процессы накопления больших объемов информации требуют вытеснения старой, уже имеющейся информации, путем уточнения и замены последней. Во многих случаях по этой причине интерес представляет исключительно наиболее новая информация. Обеспечение стабильности общественных структур для удовлетворения потребностей индивидов ложится на плечи различного рода информационных структур. Несоразмерность предоставляемой информации и задач возможностям отдельного человеческого разума приводит к необходимости использования и невозможности игнорирования накопителей информации. Принятие решений на различных уровнях иерархических сложных систем, в том числе и управляющих, может быть масштабировано для учета целей развития на основе подходов искусственного интеллекта и системного анализа.

Оборот и производство информации играют такую же роль, как и промышленность [4]. Развитие современного общества, его экономики неосуществимо без развития подходов к получению новых знаний. Трансформация возможностей компьютерных систем для растущих потребностей и производств приводит к появлению социотехнологических систем. В эти системы включены индивидуальные человеческие сознания как отдельные ресурсы. Отношения между естественным и искусственным интеллектом, направленные на раскрытие потенциала последнего по пути решения сложных задач, модернизируют и сами предметные области

внедрения кибернетических систем. Это становится возможным при уменьшении затрачиваемого ресурса на организацию логических взаимосвязей искусственным интеллектом по сравнению с возможностями естественного, что немаловажно, например, для расширения круга практических задач. Рациональная устойчивость этих структур является основой для эффективного нахождения их решений. Абстрагирование и опосредование, без которых невозможны проработки умозаключений, изменяют свойства компьютерных систем, придают им способности, традиционно рассматривавшиеся как творческие. Аппаратные и программные модели творческих функций являются преимуществом перед традиционными алгоритмическими моделями, поскольку они могут обобщать для выявления закономерностей в больших потоках обрабатываемой информации.

Информатика сама по себе необходима для развития общества и государства, поскольку является фундаментом современной науки [5]. Методы информатики применимы не только в ней, но и в других областях. Комплексное рассмотрение информатики как интегрированного мировоззрения приводит к структурализации образования с учетом современных тенденций. Содержательная обработка информации с помощью автоматических методов позволяет рассматривать информатику в обобщающем ключе. Комплексное математическое обеспечение компьютерных систем используется и для их обслуживания коммуникации и управления в административной, финансовой и других важнейших сферах. Выработка управляющих воздействий с их помощью изменяет процессы на этапах обработки и передачи данных. Изучение возникающих при этом закономерностей по атрибутам приводит к появлению единых общих законов. Реализация этих законов есть проявление основ существования живой и неживой природы. Важным мы считаем принципиально новые подходы, в том числе сверхминиатюрные устройства, в которых работают нейросетевые алгоритмы, осуществляющие структурные изменения в проектировании и производстве. Повышение эффективности и быстродействия компактных и миниатюрных компьютерных систем приводит к появлению практической возможности нахождения решений задач большой размерности.

В некоторых ситуациях функции человеческого организма могут быть управляемыми извне [6]. Обычно такие функции яв-

ляются саморегулируемыми. Но с использованием внешних по отношению к человеку технических средств управление, в том числе и с обратной связью, является реальным и осуществимым. Такое управление пригодно и для лечения некоторых человеческих заболеваний, за счет задействования индивидуальных резервов организма. Создание информационно-управляющих систем, в основе которых лежит интерфейс мозг-компьютер, необходимо для организации следующего этапа взаимодействия со сложными техническими системами. Этот интерфейс в основе своей является измерителем мозговой активности, обеспечивающим последующее усиление и восстановление сигнала. Существование указанных управляющих систем становится возможными, поскольку мозг и тело человека являются источниками так называемых биоэлектрических потенциалов. Этим управляющим воздействиям оказывается достаточно, например, для выполнения действий по самообслуживанию тяжелобольных пациентов, их волевые усилия заменяют разнообразных «ассистентов». Обратная связь является частью обязательного контроля со стороны человека, способствует его обучению и тренировке взаимодействию с управляющей системой, изменяет состояние мозга. Но для этого необходимо выделение в реальном времени динамических изменений сигналов, соответствующих умственным усилиям.

Информационные технологии привели к появлению личной информационной сферы [7]. Специализированные поисковые инфраструктуры способствуют уменьшению времени на поисковые процедуры. Поисковые процедуры отличаются в зависимости от местонахождения искомых объектов, знания характеристик объекта поиска, отсутствия этих сведений. Эти процедуры соответствуют различным типовым ситуациям. Различные стратегии поиска соответствуют разнообразным организациям поисковой среды. Организация объектов по тематическим разделам и последующий перебор по упорядоченным элементам позволяют определить не только искомую информацию, но и выявить неизвестные ранее объекты. Сильно различный характер объектов лишает возможности их аккуратного и точного упорядочивания. Документ, являясь единицей организованной информации, может относиться к различным категориям, а разные «рода» документов в простейшем случае обладают лишь возможностью хронологического упорядочивания. Распределение информации для ее организации опира-

ется на факторы, которые могут изменяться во времени. Иногда метаинформация для категоризации достаточна в некоторое конкретное время и недостаточна после. Классификация сама по себе может быть невероятно сложной, в этом случае ее необходимо избегать и применять компромиссные подходы и решения для информационного поиска.

Для повышения эффективности и информативности контроля в различных отраслях техники внедряются современные методы обработки графической информации [8]. Эти методы по большей части являются цифровыми и исполняются с использованием средств вычислительной техники. Увеличение степени производимого контроля и сопутствующий этому процессу рост количества различных выполняемых операций в большей мере полагаются на автоматические системы, а не на человека. Это вызвано ростом суммарных объемов обрабатываемой информации, которая накапливается непрерывно в реальном времени. Качество этой информации может ухудшаться, поскольку аналоговый сигнал преобразуется в цифровой с некоторой погрешностью. Поэтому для контроля обработки накопленный результат отображается для человека-оператора. Подобные комбинированные подходы позволяют подвергать анализу наиболее важные свойства изучаемого объекта, в том числе его дефекты. Регистрация и обработка информации происходит при использовании специализированных адаптивных алгоритмов. Адаптивные алгоритмы приводят к изменчивости и самих измерительных систем, их конструкций и функционирования. Адаптация позволяет динамически изменять измерительные характеристики, например разрешающую способность, приборов, что приводит к уменьшению объемов обработки и повышению устойчивости выполняемых работ.

Восстановление двигательных функций человека достигается, в некоторых ситуациях, движениями, характеризующимися повторением, активным и целенаправленным [9]. Для виртуальной реальности это соответствует тренировкам для выработки обратной связи. При некоторых заболеваниях движения невозможны, а воображение двигательных функций является единственным допустимым способом стимулирования мозговых функций. Это становится возможным по той причине, что и воображение, и реальное движение подчиняются единственным центрам контроля в человеке. Обратная связь является адаптивной, непосредственная адап-

тация производится на основе анализа результатов статистической обработки результатов выделенных рабочих показателей распознавания переданных и полученных управляющих воздействий. Выделение необходимых для обработки сигналов производится путем фильтрации общего потока статистическими методами. Различные воздействия приводят к различной доле вклада в итоговый результат испытаний. Они соответствуют различным участкам мозга, коры его полушарий. У больных и здоровых людей эти участки отличаются друг от друга. Несмотря на это, больные люди вполне способны овладеть теми же навыками, что и здоровые. Для этого в виртуальной реальности производится синхронизация участвующих в управлении компонент обратной связи с мозговой деятельностью.

Поэтому переход от автоматизированных и автоматических систем управления к системам управления технологическими процессами с супервизором улучшает взаимодействие между человеком и машиной [10]. Это управление по сути своей является многоуровневым, поскольку отходит от традиционной плоской схемы типа точка-точка. Автоматическое регулирование различных устройств производится по результатам их взаимодействий между собой по коммуникационным каналам. Взаимодействующие упорядоченные группы этих устройств и их модулей в рамках иерархий также соприкасаются с ближайшими управляемыми и управляющими частично автономными соседями. По иерархии отдельные элементы сами по себе являются некоторыми инструментальными средствами для вышестоящих по иерархическому дереву соседей. Передача запросов от одного уровня к другому происходит не напрямую, а через отдельные устройства, последовательно по дереву. Сложные производственные и технологические задачи в такой иерархии могут получить решение комплексно при наличии контроля и управления со стороны супервизора. Это вызвано необходимостью ресурсного контроля и мониторинга результатов работы задействованных при решении задач бизнес-процесса систем и их подсистем. Технологический мониторинг всегда является непрерывным и происходит в реальном масштабе времени.

Помимо классических вычислений, в перспективе возможно использовать для решения задач автоматизации и квантовые [11]. Квантовые вычислители функционируют совместно с классическими компьютерами, при этом вычисления происходят параллельно

для некоторого количества отдельных кубитов. Управление таким вычислителем состоит в установке некоторого начального состояния кубитов, матрицы их преобразований и последующего измерения результирующего вектора состояний. Результат представляет с некоторой (достаточно высокой) вероятностью цифровое решение задачи. То есть с использованием современных физических подходов получается решение задач информатики и компьютерных наук путем формирования необходимых траекторий аналогового управления. Траектории алгоритмов должны обеспечить минимизацию возможных ошибок при формировании конечного результата. Эта траектория, проходящая через непрерывный ряд состояний функционирующего квантового компьютера, имеет своим отражением и динамическое изменение непрерывных аналоговых величин отдельных амплитуд кубитов. Управление и сам результат становятся вероятностными, контроль состояний всегда может быть выполнен только с ограниченной степенью точности. Классическая информация и способы измерения ее энтропии подходят и для квантовых вычислений, то есть становится возможным производить выявление различных свойств вычислений на основе известных методов.

Помимо производства совершенствование компьютерной техники затрагивает и образование [12], а также информационные системы, задействованные в образовательной среде. Меняются процесс обучения целиком и различные его стадии. Различные этапы компьютеризации образования протекали по-разному и различным способом влияли на обучающихся, результаты их обучения. Диалоговое взаимодействие человека и компьютера в области образования претерпело изменение, появились инструменты для глобальной интеграции образовательных сведений. Благодаря обратной связи становится возможным индивидуализировать процесс обучения, сделать его подходящим для различных лиц и их индивидуальных особенностей посредством коррекции в информационных ситуациях обучения. Коррекция затрагивает некоторые области деятельности, включающие в себя прием, передачу (коммуникативные сферы) и обработку информации (вычислительные), представленной во многих мультимедийных и внутренних формах. Совершенные компьютеры с высокой точностью и быстродействием в диалоговом режиме повышают гибкость образовательного процесса в части объективного контроля результатов дея-

тельности. Наглядность и занимательность дифференцированного массового обучения являются продолжением традиционных подходов по упражнениям и тренировке. Функции педагога постепенно переходят от человека к машине, как на этапах повторения ранее изученного материала, так и для формирования новых знаний.

Обратная связь при взаимодействии человека и компьютера невозможна без управления компьютерами. Нужны новые способы совершенствования этого процесса управления. Поэтому требуется с общих позиций рассмотреть способ развития компьютерной техники как средства поддержки информационных технологий путем управления отдельными узлами. В основу этого способа можно положить подход на основе методов физической информатики [13].

Для применения этих методов отдельный компьютерный узел необходимо упростить и рассматривать с наиболее общих позиций [14; 15]. Поэтому предполагается, что компьютерный узел имеет некоторый входной поток заявок, интенсивность потока заявок составляет λ , буфер заявок неограниченной емкости и канал обработки заявок, производительность канала равна μ . Тогда моделью этого компьютерного узла является СМО типа М/М/1. Для СМО этого типа известны важнейшие системные характеристики: загрузка ρ , вероятность простоя p_0 , средняя длина очереди L_q , среднее число заявок в системе L_s , среднее время пребывания заявки в очереди T_q , среднее число заявок в системе T_s . Характеристики улучшаются путем изменения производительности μ для текущих значений интенсивности λ . Системные характеристики – $\rho, p_0, L_q, L_s, T_q, T_s$ – определяются по аналитическим соотношениям:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{\lambda}{\mu}, \\ p_0 &= 1 - \rho, \\ p_i &= \rho^i p_0, i = 1, 2, \dots, \\ L_q &= \frac{\rho^2}{1 - \rho}, \\ L_s &= \frac{\rho}{1 - \rho}, \\ T_q &= \frac{\rho}{\mu(1 - \rho)}, \\ T_s &= \frac{1}{\mu(1 - \rho)}. \end{aligned} \tag{1}$$

В формуле (1) p_i – вероятность пребывания в системе i заявок.

Чтобы управлять компьютерным узлом, требуется корректировать его параметры. Доступным для корректировки параметром является производительность μ . Хаотичное и бессистемное изменение производительности μ в значительной части случаев приведет к рискам потери ресурсов. Корректировка производительности μ должна осуществляться после проведения и на основе анализа информации о текущем функционировании компьютерного узла. В качестве анализа осуществляется проверка статистических гипотез об узловом состоянии. Состояние узла укрупненно характеризуется двумя гипотезами: $P(H_0) = \{\text{компьютерный узел поддержки информационных технологий обрабатывает заявки результативно и не требует своего совершенствования}\}$, $P(H_1) = \{\text{компьютерный узел поддержки информационных технологий обрабатывает заявки нерезультативно и требует своего совершенствования}\}$.

Эти вероятности гипотез – $P(H_0)$, $P(H_1)$ – можно определить непосредственно, эмпирически и модельно. Но тогда будет затруднительно ЛПР (лицу, принимающему решения) оценивать степень необходимости корректировки производительности компьютерного узла μ . Поэтому будет производиться оценка условных вероятностей гипотез об узле и узловом трафике. Таких гипотез можно отметить четыре: $P(H_0|H_0) = \{\text{компьютерный узел поддержки информационных технологий обрабатывает заявки результативно и не требует своего совершенствования, в предположении о том, что компьютерный узел поддержки информационных технологий обрабатывает заявки результативно и не требует своего совершенствования}\}$, $P(H_0|H_1) = \{\text{компьютерный узел поддержки информационных технологий обрабатывает заявки результативно и не требует своего совершенствования, в предположении о том, что компьютерный узел поддержки информационных технологий обрабатывает заявки нерезультативно и требует своего совершенствования}\}$, $P(H_1|H_0) = \{\text{компьютерный узел поддержки информационных технологий обрабатывает заявки нерезультативно и требует своего совершенствования, в предположении о том, что компьютерный узел поддержки информационных технологий обрабатывает заявки результативно и не требует своего совершенствования}\}$, $P(H_1|H_1) = \{\text{компьютерный узел поддержки информационных технологий обрабатывает заявки нерезультативно и требует своего совершенствования, в предположении о том,$

что компьютерный узел поддержки информационных технологий обрабатывает заявки нерезультативно и требует своего совершенствования}.

Условные вероятности гипотез – $P(H_0|H_0)$, $P(H_0|H_1)$, $P(H_1|H_0)$, $P(H_1|H_1)$ – оцениваются при помощи двух непараметрических критериев: простого критерия знаков и критерия Уилкоксона. Сравнение происходит для моделей исходной и скорректированных. По этим гипотезам ЛПР может принять решение о необходимости корректировки производительности μ либо об отсутствии такой необходимости, чтобы произвести развитие компьютерной техники и, таким образом, обеспечить поддержку информационных технологий.

Корректировка параметров компьютерных узлов позволяет достичь повышения их производительности. Предложенный подход к развитию средств вычислительной техники может быть применен для проектирования сложных структурированных компьютерных систем и сетей.

Список литературы

1. *Гутенев М. Ю.* Проблема искусственного интеллекта в философии XX века // Вестник культуры и искусств. – 2012. – № 4(32). – С. 77-80. (Gutenev M. Yu. The problem of artificial intelligence in philosophy of the XX century // Vestnik kul'tury i iskusstv. – 2012. – № 4(32). – P. 77-80)
2. *Никитина Е. А.* Искусственный интеллект: философия, методология, инновации // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. – 2014. – № 2. – С. 108-122. (Nikitina E.A. Artificial Intelligence: Philosophy, Methodology, Innovation // Filosofskie problemy informacionnyh tekhnologij i kiberprostranstva. – 2014. – № 2. – P. 108-122.)
3. *Степаненко А. С.* Искусственный интеллект в контексте философии техники // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Общественные науки. – 2006. – № S 10. – С. 27-35. (Stepanenko A. S. Artificial intelligence in the context of philosophy of technology // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Obshchestvennye nauki. – 2006. – № S 10. – P. 27-35.)
4. *Троешествова Д. А., Аbrukов В. С., Степанов А. Г.* Проблема становления системы взаимодействия организационных структур естественного и искусственного интеллектов в информационном обществе // Вестник Чувашского университета. – 2012. – № 1. – С. 116-122. (Troeshestova D.A., Abrukov V.S., Stepanov A.G. The problem of the formation of a system of interaction of organizational structures of natural and artificial intelligences in the information society // Vestnik Chuvashskogo universiteta. – 2012. – № 1. – P. 116-122.)

5. *Артюшкин О.В.* Эволюция представлений о месте информатики в системе научного знания // Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова. – 2012. – № 2. – С. 14-18. (O. V. Artyushkin Evolution of ideas about the place of informatics in the system of scientific knowledge // Vestnik Hakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N. F. Katanova. – 2012. – № 2. – P. 14-18.)
6. *Федотчев А.И., Парин С.Б., Полевая С.А., Великова С.Д.* Технологии «Интерфейс мозг-компьютер» и нейробиоуправление: современное состояние, проблемы и возможности клинического применения (обзор) // Современные технологии в медицине. – 2017. – Т. 9, № 1. – С. 175-184. (Fedotchev A. I., Parin S. B., Polevaya S. A., Velikova S. D. Brain-Computer Interface Technologies and Neurofeedback: Current State, Problems and Possibilities of Clinical Application (Review) // Sovremennye tekhnologii v medicine. – 2017. – T. 9, № 1. – S. 175-184.)
7. *Утехин И.* Поиск и его интерфейсы // Laboratorium: Журнал социальных исследований. – 2019. – № 1. – С. 152-165. (Utekhin I. Search and its interfaces // Laboratorium: Zhurnal social'nyh issledovanij. – 2019. – № 1. – P. 152-165.)
8. *Темник А.К., Чахлов С.В., Чекалин А.С.* Аппаратные средства и программное обеспечение для автоматизированной обработки радиографической информации // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 1998. – № 1. – С. 29-30. (Temnik A. K., Chakhlov S. V., Chekalin A. S. Hardware and software for automated processing of radiographic information // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov. – 1998. – № 1. – P. 29-30.)
9. *Мокшенко О.А., Бобров П.Д., Черникова Л.А., Фролов А.А.* Основанный на воображении движения интерфейс мозг – компьютер в реабилитации пациентов с гемипарезом // Бюллетень сибирской медицины. – 2013. – Т. 12, № 2. – С. 30-35. (Mokienko O. A., Bobrov P. D., Chernikova L. A., Frolov A. A. Motion-based brain-computer interface in the rehabilitation of patients with hemiparesis // Byulleten' sibirskoj mediciny. – 2013. – T. 12, № 2. – P. 30-35.)
10. *Страшун Ю.П.* Современное состояние разработок систем автоматизации и управления // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 7. – С. 350-356. (Strashun Y. P. The current state of the development of automation and control systems // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tekhnicheskij zhurnal). – 2015. – № 7. – P. 350-356.)
11. *Valiev K. A.* Quantum computers: change of Computational paradigm // Вестник Московского университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика. – 2005. – № 2. – С. 3-15. (Valiev K. A. Quantum computers: change of Computational paradigm // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 15. Vychislitel'naya matematika i kibernetika. – 2005. – № 2. – S. 3-15.)

12. *Титова С. В.* Некоторые теоретические проблемы использования компьютерных технологий в образовании // Вестник Московского университета. Серия 19. Лингвистика и межкультурная коммуникация. – 2005. – № 4. – С. 39-54. (Titova S. V. Some theoretical problems of using computer technologies in education // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 19. Lingvistika i mezhkul'turnaya kommunikaciya. – 2005. – № 4. – P. 39-54.)
13. *Ткаченко К. С.* Роль физических характеристик при анализе сложных компьютерных систем // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. – 2020. – № 1(17). – С. 80-91. (Tkachenko K. S. The role of physical characteristics in the analysis of complex computer systems // Filosofskie problemy informacionnyh tekhnologij i kiberprostranstva. – 2020. – № 1(17). – P. 80-91.)
14. *Ткаченко К. С.* Применение параметрической корректировки компьютерных узлов информационно-коммуникационной инфраструктуры современных предприятий // Новое в науке и образовании. – 2020. – С. 112-114. (Tkachenko K. S. Application of parametric adjustment of computer nodes of information and communication infrastructure of modern enterprises // Novoe v nauke i obrazovanii. – 2020. – S. 112-114.)
15. *Ткаченко К. С.* Менеджмент компьютерного узла инфраструктуры организации на этапе цифровизации // Актуальные проблемы развития экономики, прикладной информатики, конфликтологии, рекламы и социально-культурных технологий в цифровую эпоху. – М., 2020. – С. 218-223. (Tkachenko K. S. Management of a computer node of an organization's infrastructure at the stage of digitalization // Aktual'nye problemy razvitiya ekonomiki, prikladnoj informatiki, konfliktologii, reklamy i social'no-kul'turnyh tekhnologij v cifrovuyu epohu. – M., 2020. – S. 218-223.)