

# КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

УДК 658: 512.011: 681.326: 519.713

## МОДЕЛІ І МЕТОДИ

### КИБЕРСОЦІАЛЬНОГО КОМП'ЮТИНГА УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ ДЛЯ КРИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ШЕВЧЕНКО О.Ю., ХАХАНОВ В.И.,  
ЧУМАЧЕНКО С.В.

Предлагается постановка задач исследования, решение которых будет влиять на инвестиции в науку, образование и промышленность развивающихся стран. Формулируется социально-технологическая задача – защита общества и критических объектов посредством создания Intelligent Cyber Social Computing. Анонсируются модели, методы и алгоритмы киберсоциального компьютинга, актуальные для обработки больших данных, поиска решений для управления персоналом. Предлагается структура интерактивного киберсоциального компьютинга управления критическими объектами на основе метрического мониторинга состояний компонентов.

**Ключевые слова:** критическая система, управление персоналом, киберсоциальный компьютинг, принятие решений.

**Key words:** critical system, personnel management, cyber social computing, decision making.

#### Мотивация и постановка задач исследования

Критическая система представляет собой совокупность взаимосвязанных в пространстве и времени отношений (целостности и единства) между компонентами для достижения поставленной цели, отказы которых приводят к значительным экономическим, политическим, социальным, экологическим и гуманитарным (материально-энергетическим и пространственно-временным) потерям. Примерами критических систем выступают технологические и технические объекты: энергетика, транспорт, индустрия, вооружение, киберсоциальные объекты: банкинг, интернет, государственность, юриспруденция [1–4]. Ученые и специалисты пришли к единому выводу, что порядка 80 процентов всех отказов в критических системах связано с непредназначенностью человека к управлению любыми системами или объектами, включая самого себя [5]. Человек есть всегда лишь плохой исполнитель. Следовательно, необходимо исключать его из цикла мониторинга–управления, по меньшей мере, критическими процессами и явлениями, путем передачи полномочий по принятию решений детерминированному и практически безошибочному компьютингу:

сетевому, облачному, терминальному [6–10]. Выигрывает тот, кто своевременно превращает физическое и социальное пространство в оцифрованные процессы и явления для точного мониторинга и управления желательно без участия человека. Самой ненадежной критической системой является авторитарная государственность некомпетентного безнравственного руководителя, которая способна принести в жертву жизни и благополучие миллионов граждан, экономику и экологию страны. Поэтому управление кадрами в критических системах любой природы пока остается самой главной проблемой человечества, решение которой связано с сохранением планеты, пригодной для жизни людей [3–4].

Компьютинг [5] есть теория и практика надежного метрического управления виртуальными, физическими и социальными процессами и явлениями на основе использования интеллектуальных облачных сервисов путем цифрового мониторинга киберфизического пространства с помощью персональных гаджетов и встроенных умных датчиков. Компьютинг системно может быть представлен (рис. 1) процессом мониторинга (5) и актуации (6) метрических отношений (2) в инфраструктуре управления (3) и исполнения (4) для достижения и визуализации (8) поставленной цели – продукции и/или сервисов (1) при заданных ресурсах (7).

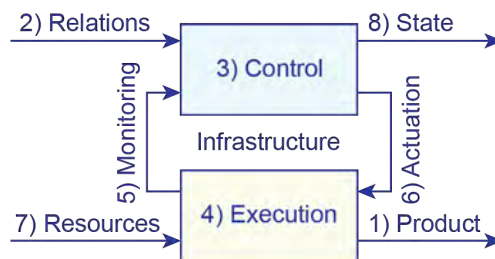


Рис. 1. Компьютинг критической системы управления персоналом

Метрическое и структурное определение компьютеринга посредством восьми взаимосвязанных компонентов предоставляет теоретическую фундаментальную основу для формального и фактического создания системы цифрового управления любым процессом в заданной сфере человеческой или природной деятельности. Все сферы человеческой деятельности по введенной метрике охватываются следующими видами компьютеринга: космологический, биологический, флористический, физический, виртуальный, квантовый, социальный, государственный, медицинский, транспортный, инфраструктурный, научный, образовательный, производственный, спортивный, отдыха, путешествий, развлечений [5]. Естественно, что в первую очередь компьютеринг

ориентирован на мониторинг и управление критическими объектами, процессами и явлениями без или с минимальным участием человека.

Коль скоро сегодня нельзя пока обойтись без человека, как одного из компонентов управления, то необходимо минимизировать его возможные ошибки при принятии оперативных и стратегических решений в критической системе. Исполнение задачи связано с цифровизацией истории, знаний, умений и навыков каждого сотрудника на основе детерминированной метрики, предварительно сформированной экспертами. Далее стратегия выбора решения по назначению сотрудника на функциональную позицию определяется игрой эталонных компетентностей и CV реальных претендентов, протестированных на типовых модельных ситуациях.

Таким образом, в компактном виде реляционная сущность направления исследования представляет собой создание отношений между критической системой, компьютерингом и человеком (рис. 2), который осознанно минимизирует свое влияние путем передачи полномочий по принятию решений механизмам умного мониторинга и облачного управления. Данная формулировка пригодна для решения социальных проблем, связанных с коллизиями в обществе, где кибергосударственность позволит устранить волнения, бунты, революции и войны.

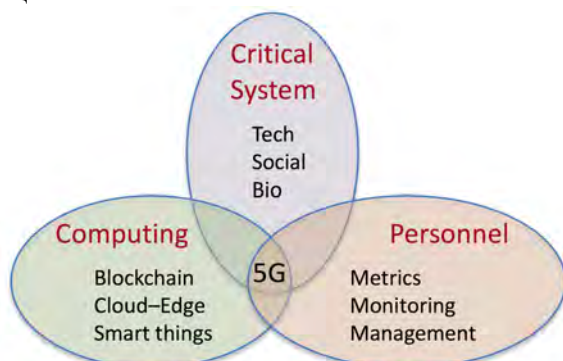


Рис. 2. Emerging critical computing

Отношение рассматривается как структура взаимосвязанных компонентов [5], определяющая материально-энергетические свойства процесса или явления во времени и пространстве. Структура взаимосвязей элементов определяет свойства надежности и производительности системы, процесса или явления, но никак не наоборот. Иначе, замещение одних элементов на другие в заданной структуре не изменяет сущности системы. Примером тому может служить компьютеринг государственности (рис. 3), где периодическая замена руководителей и чиновников не изменяет главной сущности – социальных отношений, от которых зависит эффективность общественной системы.

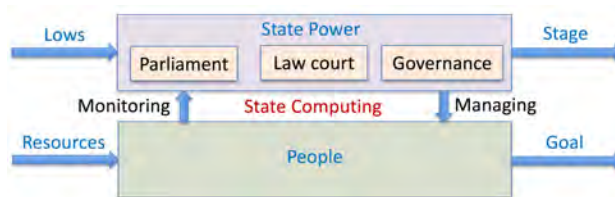


Рис. 3. Компьютеринг государственности как критической системы

Таким образом, чтобы изменить метрические параметры (материально-энергетические и пространственно-временные) любой системы, необходимо создать новую структуру отношений между ее компонентами. Это особенно важно в критических социальных системах, когда необходимо создавать самую надежную и эффективную структуру государственного социального компьютеринга из самых ненадежных элементов – граждан. Известным прототипом здесь выступает blockchain & smart contract computing, который реализует онлайн мониторинг и управление всеми процессами в оцифрованном обществе на основе 5G-технологий, облачных сервисов и edge computing.

Мобильность граждан порождает интересные альтернативные предложения со стороны существующих государственностей, которые все более борются за кадровые ресурсы планеты по метрике: самые умные и самые дешевые. Здесь каждый человек также приобретает право альтернативного выбора «крыши» (рис. 4), формирующей качество жизни для работника по метрике отношений: уровень зарплаты, языковая культура, традиции, история, питание, инфраструктура, транспорт, климат, политическая стабильность, социальные льготы, здравоохранение, налоговое законодательство. Очевидно, что финансовые потоки от граждан в альтернативные государственности прямо пропорциональны упомянутой метрике отношений к человеку со стороны власти. Сегодня в соревновании за работника участвуют, как минимум, две и более государственности. Выигрывает та, которая предлагает лучшие условия жизни и творчества. Другая постепенно самоуничтожается.

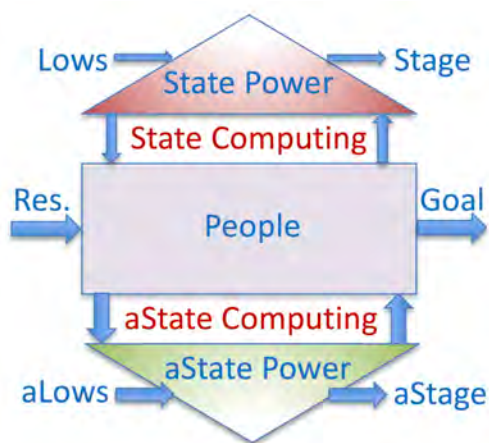


Рис. 4. Альтернатива слабой государственности

Возникает конкурентоспособный строго метрический интерактивный компьютерный рынок талантливых работников и государственных, где каждый гражданин планеты выбирает крышу, наиболее благоприятную для творчества и отдыха, а социальная система – лучших, креативных и здоровых исполнителей. Качество продукции (сервиса, процесса или явления) – совокупность свойств, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением.

Метрика качества критической системы определяется параметрами: надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость, тестопригодность, управляемость, наблюдаемость, диагностируемость, обслуживаемость, контролепригодность, безопасность и живучесть. Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта [ГОСТ 20911–89. Техническая диагностика. Термины и определения]. Критичность отказа – совокупность признаков, характеризующих последствия отказа, определяется прямыми и косвенными потерями, затратами труда и времени на устранение последствий отказов, возможностью и целесообразностью ремонта, продолжительностью простоев, степенью снижения производительности [ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения]. Что касается критических ситуаций и отказов, то в настоящее время в киберфизическом пространстве имеется исчерпывающая информация о любом негативном процессе или явлении, которое можно предотвратить средствами интеллектуального облачного и edge computing мониторинга–управления, что составляет сущность critical system computing (рис. 5). Здесь два вычислителя (облачный и терминальный) обслуживают критическую систему с помощью сенсорных датчиков и актуаторов. Естественно, что облачный компьютер является инвариантным по отношению ко времени и геопозиции критического объекта,

например, автомобиля (Synopsys, GMC, Tesla). Качество и надежность здесь обеспечиваются стандартами: JTAG IEEE 11.49, SECT IEEE 1500, JTAG IEEE 1687, ISO 9001. Технологии граничного сканирования упомянутых стандартов создают дополнительные линии и spare-компоненты, позволяющие достичь высоких уровней качества и надежности за счет online тестирования и восстановления работоспособности критических систем с использованием встроенных средств BIST и облачных test services.

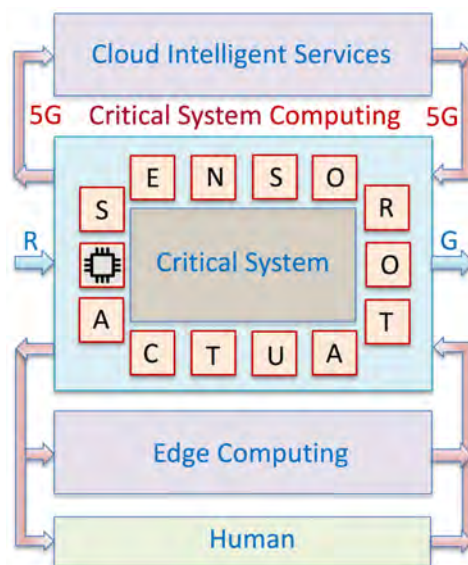


Рис. 5. Компьютинг критической системы

Естественно, только компетентный оператор имеет возможность вмешиваться в работу критической системы посредством терминального компьютера. Для этого исчерпывающий мониторинг компетенций каждого человека достаточно просто осуществить с помощью поисковых и специальных приложений в целях последующего принятия актуаторных решений о назначении работника на функциональную позицию, что составляет сущность personnel computing. Для измерения компетенций работников, представленных векторами существенных переменных, используется метрика Левенштайна, которая дает возможность определить (а-)симметрическое сходство–различие между претендентами и образцовым паттерном, а также квази-оптимальные маршруты трансформирования одной метрики-модели в другую.

Цель исследования – уменьшение экономических, технологических и социальных потерь, связанных с минимизацией отказов в критических системах, за счет повышения компетенций сотрудников и последовательного исключения человека из процессов принятия решений на основе его замены детерминированными механизмами компьютерного, использующего цифровое

интеллектуальное управление на основе метрического мониторинга киберсоциальных процессов и явлений.

Сущность – разработка моделей и методов киберуправления персоналом в критических системах на основе цифрового мониторинга компетенций в целях квазиоптимального выбора и назначения сотрудников на функциональные позиции путем сравнения эталонных моделей требуемых специалистов с метриками реальных претендентов.

Научно-практическая задача – разработка программного приложения поиска и оценивания компетенций сотрудников путем их исчерпывающего мониторинга и последующего метрического анализа сходства–различия для принятия решений по цифровому управлению критическими процессами и явлениями.

Функция цели  $L$  – минимизация прямых  $D$  и косвенных потерь  $S$ , связанных с  $n$ -отказами и ремонтом  $R$  критических систем из-за затрат на разработку и обслуживание компьютерных структур метрического онлайн принятия решений по цифровому управлению критическими процессами и явлениями на основе исчерпывающего точного мониторинга  $M$ , использования умной инфраструктуры  $I$  и квалифицированных сотрудников  $E$ , удовлетворяющих эталонным компетенциям по образованию, опыту и навыкам:

$$L = \min \sum_{i=1}^n (D_i + k_i \times S_i + R_i) \leftarrow (A + M + I + E) \leq G_{min}.$$

Задачи, подлежащие решению, для достижения поставленной цели:

1) Разработать структурную модель компьютерного для интерактивного онлайн взаимодействия между человеком, критической системой и механизмами точного цифрового мониторинга–управления.

2) Разработать метрический метод отбора сотрудников по заданным эталонным компетенциям, учитывающим предысторию, психофизиологию, достижения, знания, умения, навыки.

3) Разработать метод метрического интегрального оценивания персонала проекта (компании) на основе поиска квазиоптимального покрытия должностных функциональностей;

4) Разработать компьютерный метод онлайн мониторинга и принятия решений для существенного уменьшения ошибок оператора в процессе функционирования критической системы.

5) Выполнить тестирование и верификацию разработанных моделей и методов онлайн мониторинга и цифрового управления компонентами современной критической системы.

Объект исследования – современные технологии cloud–edge компьютерного для онлайн управления персоналом проекта (компании, организации) в

целях безопасного функционирования критических систем.

Предмет исследования – модели и методы точного метрического мониторинга и цифрового управления – принятия решений при отборе квалифицированных кадров с учетом накопленного опыта и психофизиологических факторов.

Методы исследования – теория современного cloud–edge компьютерного, принятия решений, машинные методы обучения, метрические модели и методы оценивания процессов и явлений.

## 7. Выводы

1) Предложены концепции архитектур, моделей, методов и алгоритмов киберсоциального компьютерного, актуальные для обработки больших данных, принятия решений и управления критическими системами.

2) Предложены структуры и архитектуры интерактивного компьютерного для управления киберсоциальными объектами, процессами и явлениями на основе исчерпывающего мониторинга компонентов и метрического принятия решений.

3) Сформулированы задачи и целевая функция, подлежащая исполнению для минимизации потерь, связанных с отказами и ремонтом критических систем, за счет разработки и обслуживания компьютерных структур метрического онлайн принятия решений по цифровому управлению критическими процессами и явлениями на основе исчерпывающего точного мониторинга, использования умной инфраструктуры и подбора квалифицированных сотрудников, удовлетворяющих эталонным компетенциям по образованию, опыту и навыкам.

## Литература:

1. Поляк Б.Т., Хлебников М.В., Рапопорт Л.Б. Математическая теория автоматического управления: учебное пособие. М.: ЛЕНАНД, 2019. 500 с.

2. Теория управления (дополнительные главы): Учебное пособие / Под ред. Д. А. Новикова. М.: ЛЕНАНД, 2019. 552 с.

3. Kharchenko V. Green IT Engineering: Concepts, Models, Complex Systems Architectures / V. Kharchenko, Y. Kondratenko, J. Kacprzyk (Eds.) // In the book series "Studies in Systems, Decision and Control" (SSDC). Berlin, Heidelberg: Springer International Publishing. 2017. Vol. 1.

4. Kharchenko V. Green IT Engineering: Components, Networks and Systems Implementation / V. Kharchenko, Y. Kondratenko, J. Kacprzyk (Eds.) // In the book series "Studies in Systems, Decision and Control" (SSDC). 2017. Vol. 2. Berlin, Heidelberg: Springer International Publishing.

5. Hahanov Vladimir. Cyber Physical Computing for IoT-driven Services New York: Springer 2018. 279 p.

6. Christidis K. and Devetsikiotis M. Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things // in IEEE Access. 2016. Vol. 4. P. 2292-2303.

7. Roberto Saracco. Digital Twins: Bridging Physical



Space and Cyberspace. Computer. December 2019. P. 58-64.

8. *Tarraf D.* Control of Cyber-Physical Systems // Workshop held at Johns Hopkins University. March 2013. Springer. 2013. 378 p.

9. *Higg J., Gurupur V., Tanik M.* A Transformative Software Development Framework: Reflecting the paradigm shift in social computing // 2011 Proceedings of IEEE Southeastcon, 2011. P. 339 – 344.

10. *Zhu C., Leung V.C.M., Shu L., Ngai E.C.H.* Green Internet of Things for Smart World," in IEEE Access. 2015. Vol. 3. P. 2151-2162.

### **Transliterated bibliography:**

1. *Poljak B.T., Hlebnikov M.V., Rapoport L.B.* Математическая теория автоматического управления: учебное пособие. М.: LENAND, 2019. 500 s.

2. *Теория управления (дополнительные главы): Учебное пособие / Под ред. Д. А. Новикова.* М.: LENAND, 2019. 552 s.

3. *Kharchenko V.* Green IT Engineering: Concepts, Models, Complex Systems Architectures / V. Kharchenko, Y. Kondratenko, J. Kacprzyk (Eds.) // In the book series "Studies in Systems, Decision and Control" (SSDC). Berlin, Heidelberg: Springer International Publishing. 2017. Vol. 1.

4. *Kharchenko V.* Green IT Engineering: Components, Networks and Systems Implementation / V. Kharchenko, Y. Kondratenko, J. Kacprzyk (Eds.) // In the book series "Studies in Systems, Decision and Control" (SSDC). 2017. Vol. 2. Berlin, Heidelberg: Springer International Publishing.

5. *Hahanov Vladimir.* Cyber Physical Computing for IoT-driven Services New York: Springer 2018. 279 p.

6. *Christidis K. and Devetsikiotis M.* Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things // in IEEE Access. 2016. Vol. 4. P. 2292-2303.

7. *Roberto Saracco.* Digital Twins: Bridging Physical Space and Cyberspace. Computer. December 2019. P. 58-64.

8. *Tarraf D.* Control of Cyber-Physical Systems // Workshop held at Johns Hopkins University. March 2013. Springer. 2013. 378 p.

9. *Higg J., Gurupur V., Tanik M.* A Transformative Software Development Framework: Reflecting the paradigm shift in social computing // 2011 Proceedings of IEEE Southeastcon, 2011. P. 339 – 344.

10. *Zhu C., Leung V.C.M., Shu L., Ngai E.C.H.* Green Internet of Things for Smart World," in IEEE Access. 2015. Vol. 3. P. 2151-2162.

Поступила в редколлегию 09.12.2019

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Дрозд А.В.

**Шевченко Ольга Юрьевна**, ассистент кафедры АПВТ ХНУРЭ. Научные интересы: проектирование и тестирование цифровых систем. Хобби: интеллектуальные игры. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Науки, 14, e-mail: olga.shevchenko@nure.ua

**Хаханов Владимир Иванович**, д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник кафедры АПВТ ХНУРЭ. Научные интересы: проектирование и тестирование цифровых систем. Хобби: футбол, горные лыжи. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Науки, 14, e-mail: hahanov@icloud.com.

**Чумаченко Светлана Викторовна**, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой АПВТ ХНУРЭ. Научные интересы: математическое моделирование вычислительных процессов, теория рядов, методы дискретной оптимизации, инновационные формы обучения. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Науки, 14, тел. +380577021326, e-mail: svetlana.chumachenko@nure.ua

**Shevchenko Olga Yurievna**, teacher, Design Automation Department, NURE. Scientific interests: design and testing of digital systems. Hobby: intellectual games. Address: Ukraine, 61166, Kharkov, Nauki Ave., 14, e-mail: olga.shevchenko@nure.ua

**Hahanov Vladimir Ivanovich**, Dr., Prof., Chief Scientific Officer, Design Automation Department, NURE. Scientific interests: design and testing of digital systems. Hobby: football, downhill skiing. Address: Ukraine, 61166, Kharkov, Science, 14, e-mail: hahanov@icloud.com.

**Chumachenko Svetlana Victorovna**, Dr., Prof., Head of Design Automation Department, NURE. Scientific interests: mathematical modeling of computational processes, theory of series, methods of discrete optimization, educational innovations. Address: Ukraine, 61166, Kharkov, Nauki Ave, 14, phone + 3805770-21-326, e-mail: svetlana.chumachenko@nure.ua