

**Агеев Александр Иванович —**

генеральный директор Института экономических стратегий и Международного научно-исследовательского института проблем управления, заведующий кафедрой управления бизнес-проектами НИЯУ МИФИ, доктор экономических наук, профессор МГИМО.

**Логинов Евгений Леонидович —**

заместитель генерального директора Института экономических стратегий, руководитель Проектного центра Международного научно-исследовательского института проблем управления, доктор экономических наук, профессор РАН, дважды лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники.

**Райков Александр Николаевич —**

генеральный директор ООО «Агентство Новых Стратегий», ведущий научный сотрудник Института проблем управления РАН, доктор технических наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники.

**Aleksandr I. Ageev —**

Institute for Economic Strategies.

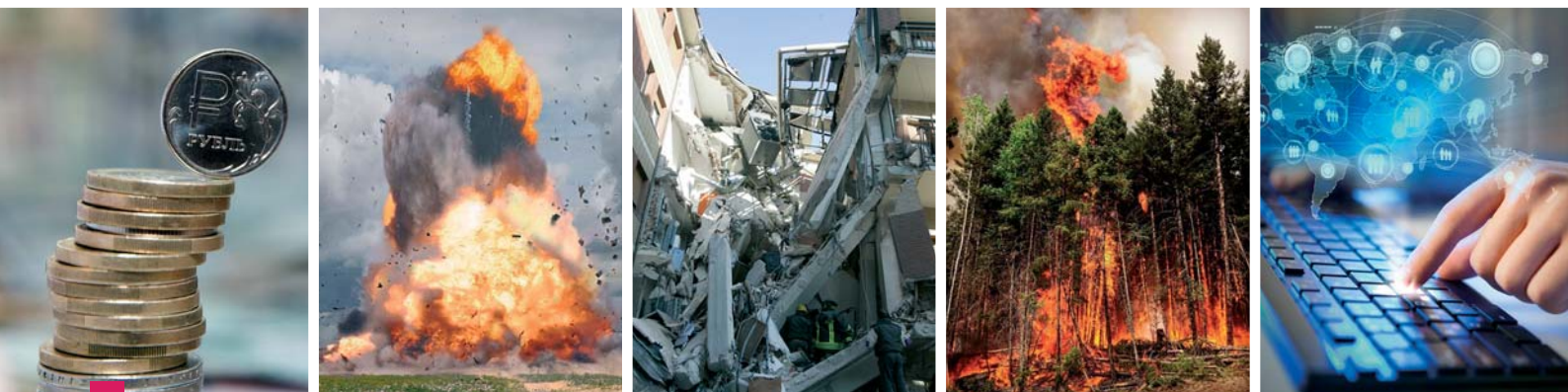
**Evgenii L. Loginov —**

Institute for Economic Strategies.

**Aleksandr N. Raikov —**

V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences.

*Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект (грант) № 19-07-01066 и Российского научного фонда, грант № 17-18-01326 «Развитие социогуманитарных технологий системы распределенных ситуационных центров России на основе методологии саморазвивающихся полисубъектных сред».*



УДК 004:338.2

Проанализированы возможности формирования интеллектуальной цифровой инфраструктуры управления экономикой страны в особых условиях: глобальных бедствий, катастроф и чрезвычайных ситуаций. Оценен опыт создания больших информационных систем управления экономикой страны в особый период. Предложен конвергентный подход к созданию требуемой системы для поддержки управления. Показано, что в указанных условиях высокую эффективность управления можно обеспечить на основе специальной поддержки процессов самоорганизации и антиколлапсной самонастраивающейся интеграции сегментов информационных систем и интеллектуальных сервисов, адаптируемых к условиям известного, предсказуемого и неизвестного характера. При этом интеграция сетевых инфраструктур предполагает распределенную обработку и хранение данных на основе взаимодействия и объединения различных сетевых сред, что позволяет обеспечить недостижимую ранее надежность, устойчивость и восстанавливаемость управления экономикой.

*Ключевые слова*

Восстанавливаемость, информационная система, искусственный интеллект, катастрофа, конвергентность, самонастраивающаяся система, управление, устойчивость, экономика.

# Информационные системы управления в чрезвычайных ситуациях

В настоящее время не существует целостной методологической основы формирования системно-структурного подхода к обеспечению на базе цифровых технологий робастной (устойчивой при непредсказуемых воздействиях) управляемости российской экономики в особых условиях: глобальных бедствий, катастроф и чрезвычайных ситуаций (падение болида, землетрясение, гигантское цунами, извержение супервулкана и пр.) [1–3].

В рамках «Стратегии национальной безопасности России» технологической (цифровой) основой управления в особых условиях служит Система распределенных ситуационных центров [4]. Частично этим целям отвечают Федеральная информационная система стратегического планирования, Федеральная система управления рисками, Федеральная государственная система территориального планирования и еще порядка 400 различных зарегистрированных информационных систем. Упомянутая целостная методологическая основа должна была бы обеспечить также учет как минимум 12 направлений экономической деятельности<sup>1</sup>.

В этой ситуации остро встает вопрос о необходимости расширения и комплексного веде-

ния всего спектра оптимизируемых показателей информационных систем государственных ведомств и социально значимых коммерческих структур как целостного комплекса [5, 6].

В многочисленных научных и практических разработках существенное внимание уделяется частным вопросам повышения эффективности управления: цифровым технологиям, электронным услугам, электоральным процессам, цифровым площадкам и платформам, электронному документообороту; средствам сбора, передачи и обработки информации; внедрению CPM, BPM, EPM, ГИС, CPS, IOT, BIM, BIG DATA, *Smart City*, PLM, киберфизическим системам (CPS), RFID и сквозным технологиям, *Industry 4.0*, производственному интеллекту (МИ) и многому другому [7, 8]. Сюда же относятся многочисленные нормативные документы и различные проекты электронного правительства [9]. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» судя по всему также не призвана целостно решать проблемы робастного управления страной.

В связи с этим необходим принципиально новый методологический подход, который позволит сформировать условия и механизмы обе-

## Emergencies Information Management Systems

The paper addresses the issue of forming an intelligent digital infrastructure for managing the country's economy in special conditions: global disasters, catastrophes and emergencies. The experience of creating large information systems for managing the country's economy in a special period is evaluated. The convergent approach for creating the required system for management support is proposed. It is shown that under these conditions, high management efficiency can be achieved on the basis of special support for self-organization processes and anti-collapse self-adjusting integration of information system segments and intelligent services that are adaptable to conditions of a known, predictable and unknown nature. At the same time, the integration of network infrastructures involves the distributed processing and storage of data based on interaction and integration of various network environments, which allows to achieve previously unattainable reliability, stability and recoverability of economic management.

### Keywords

Recoverability, information system, artificial intelligence, catastrophe, convergence, self-adjusting system, management, sustainability, economics.

спечения устойчивого управления экономикой страны в любых критических условиях [10–15].

### **Необходимость взаимодействия и объединения корпоративных сетевых сред различных владельцев, арендаторов и т.п.**

Для поддержания устойчивости управления экономикой в любых критических условиях авторами предлагается специальная модель совместного использования государственными ведомствами и коммерческими структурами при подключении гражданского общества [16] пула объектов, методов и средств, комплексно поддерживающих цифровые сервисы управления на основе взаимодействия и объединения сетевых сред различных владельцев.

Перспективным подходом представляется конвергентная интеграция [17] всех информационных систем и сквозных технологий (большие данные, искусственный интеллект [18], распределенные реестры, Интернет вещей и др.), а также их институционального обеспечения. Преимуществом этого подхода станут качественно более широкие возможности принятия коллективных и индивидуальных решений, а также сбора, обработки, хранения, распределения информации как в обычных, так и в чрезвычайных условиях.

Для этого необходимо формирование единого комплекса информационных систем на основе принципа самонастраивающейся, в том числе антиколлапсной, интеграции, адаптированной к быстроразвивающимся особым условиям известного, предсказуемого и неизвестного характера.

С точки зрения обеспечения интероперабельности в архитектуру телекоммуникационных, вы-

числительных и информационных сервисов следует включить компоненты, составляющие инвариантное ядро интеграции стандартизированных сетевых инфраструктур с применением интеллектуальных, облачных и туманных технологий.

Использование искусственного интеллекта позволит ускорить принятие управленческих решений в любых сферах предметной деятельности [19]. Применение элементов искусственного интеллекта также повысит устойчивость экономической суперсистемы со множеством автономных элементов, имеющих собственные траектории управления в границах допустимых параметров [20]. Принципиально новым в использовании механизмов искусственного интеллекта является апелляция к его общей (сильной, когнитивной) парадигме, когда наряду с формализуемыми денотативными семантиками моделей, представляемыми, как правило, фреймоподобными структурами и онтологиями, учитываются также сигнификативные (когнитивные) семантики, отражающие мыслительные и эмоциональные аспекты сознания [21]. Прямые аналитические задачи уступают место обратным задачам синтеза решений на концептуальных пространствах при непосредственном участии человека.

Поддержание управления экономикой в особых условиях не требует полного объема ранее накопленных данных. Функции управления экономикой в этих условиях оказываются урезанными и на начальном этапе сводятся к поддержанию важнейших жизнеобеспечивающих профилей: поставка материальных ресурсов физическим и юридическим лицам с возможностью их оплаты в любой форме, обеспечивающей процессы функционирования институтов социума (государства или гражданского общества).

Необходима интеграция информационных систем различных компьютерных кластеров и их институционального обеспечения [22–24]. Для этого надо сформировать набор информационных, вычислительных и тому подобных сервисов, рассчитанных как на обычные, так и на чрезвычайные условия, в том числе с возможностью поддержания выделенного контура управления и финансирования, способного функционировать в зоне поражения.

На основе мониторинга особой ситуации осуществляется выход на идентификацию экономической активности комплекса управляемых объектов — госведомств и компаний, в том числе создающих повышенные риски [25]. Здесь



➤ В советское время считалось, что всю промышленность можно детально описать, вплоть до последнего гвоздя. Тогда это было на уровне полной уверенности, фетиш государственного плана был почти нерушимым.

мониторинг поведения участников экономического взаимодействия позволяет разработать организационные стратегии государственных ведомств и социально значимых коммерческих структур, снижающих риски управления [26, 27].

### Нетленный опыт

Опыт создания подобных информационных систем, конечно, имеется. Некоторые более адаптированные для работы в особых условиях элементы необходимых информационных сервисов уже функционируют в России в рамках известных СОПМ-1, СОПМ-2, СОПМ-3, АСК НДС-2 и АСК НДС-3 и пр. Однако они также нуждаются в глобальной конвергентной настройке, улучшении интероперабельности и целенаправленного взаимодействия.

Интересен опыт создания таких систем в советское время. Так, для устойчивого функционирования экономики страны в мирный, переходный и особый периоды с начала 1970-х годов создавалась соответствующая система для высших звеньев управления страной: ЦК КПСС, Совета Министров СССР, Госплана СССР, ведущих министерств и ведомств. Система охватывала работу нескольких сотен предприятий с их номенклатурой продукции. У абонентов устанавливались специальные пункты приема и передачи информации. В особый момент страна переводилась на план работы особого времени с соответствующим реинжинирингом всей мирной и оборонной промышленности.

Для построения плана реинжиниринга были разработаны и реализовывались сложные математические модели, состоящие из тысяч дифференциальных уравнений. В советское время считалось, что всю промышленность можно детально описать, вплоть до последнего гвоздя. Тогда это было на уровне полной уверенности, фетиш государственного плана был почти нерушимым.

Сейчас трудно себе представить, но в этой системе (тогда не было персональных ЭВМ, геоинформационных систем, информация вводилась в машину с перфокарт) рельеф местности, дороги, маршруты, препятствия и прочие объекты были введены параметрами в ЭВМ. Так что система позволяла при непредвиденном изменении обстановки оценить возможный ущерб

и оптимальным образом подготовить решение о реструктуризации промышленности.

Несколько узловых объектов с многомашинными вычислительными комплексами обеспечивали неуязвимость системы управления экономической страны. Как правило, отдельные вычислительные комплексы выполняли специфические для них задачи: прием информации с объектов, обработку информации и моделирование, передачу информации абонентам.

Поскольку уровень мощности вычислительных комплексов был далек от уровня мощности современных машин, системная проработка делалась до мельчайших деталей. Для этого была создана соответствующая система стандартов, например на информационное обеспечение, на лингвистическое обеспечение, на технологии, на постановку задач и пр. Детально формировался реестр унифицированных входных и выходных документов: справок, сводок, запросов и пр.

Унификация структуризации информации была достигнута за счет разработки Единой системы классификации и кодирования информации и специальной структуры перечня технико-экономических показателей. Для экономии памяти каждый технико-экономический показатель разбивался по определенному шаблону на стандартные части, включая наименования показателя, абонента и единицу измерения. Все слова распределялись по классификаторам и специальным образом кодировались числами, потом в виде матриц чисел технико-экономические показатели вводились в машину.

В разработке системы участвовали сотни предприятий. В процессе разработки возникло множество вопросов, решение которых еще впереди даже в условиях современных технологий, например:

- время решения задач по реконфигурации промышленности выходило за все мыслимые пределы: задачи решались на многомашинном комплексе неделями и месяцами, а надо было — за секунды, это поставило вопрос о создании специальных оптических процессоров;
- системы классификации и кодирования для различных периодов времени, различных ведомств и видов деятельности плохо лингвистически и семантически стыковались;

- тезаурусы, семантические сети и фреймы (сейчас это называют онтологиями) оказались структурно ненасыщаемыми, то есть невозможно было составить реестр соответствующих шаблонов;
- низкий уровень гибкости информационного и специального программного обеспечения буквально ставил в тупик функционирование системы в переходный период и др.

Вместе с тем эта система существенно превосходила наработки наших западных партнеров за счет пристального внимания к ней на государственном уровне, плановой экономики, работы системы главных конструкторов.

### Конвергентная платформа

Ядром создаваемой системы может стать конвергентная информационно-вычислительная платформа, одновременно формирующая драйвер сетевого взаимодействия вычислительных узлов как составляющих динамического вычислительного кластера госведомств России. Идея конвергентности заключается в создании минимально необходимых структурных условий для обеспечения устойчивой сходимости процессов решения задач к нечетко заданным целям. Характерными особенностями решения таких задач являются [17]:

- нечеткость и информационная прозрачность границы между внешней и внутренней сферой управления;
- обратный характер решения задач, а значит, их некорректность;
- присутствие в решении весомого феноменологического (субъективного) и хаотического факторов и др.

Система должна объединить информационные, телекоммуникационные и вычислительные сервисы для обеспечения возможности полицентрической интеграции данных в отношении контента распределенных баз данных, в том числе коммуникации между собой в сети распределенных ситуационных центров [28].

Интеграция стандартизированных сетевых инфраструктур может быть эффективно организована на основе создания облачных и туманных сервисов — от обработки первичных данных и до обработки в глубинной области с применением передовых алгоритмов многоагентной оптимизации, реализуемых в рамках электронного пико-, нано-, микро-, мезо- и макро- и глобального контента с наращиванием в любых требуемых объемах по горизонтальному и вер-

тикальному, сетевому и иерархическому принципам [29–31].

В рассматриваемой интегрированной информационной структуре управления экономикой создается возможность принципиального повышения эффективности государственного и корпоративного управления с реализацией анализа взаимосвязей ключевых элементов с использованием многоаспектной интерпретации систематики связей и операционно-режимных управляющих транзакций [32–35].

### ➤ В системе управления страной в особый период живучесть систем и устойчивость управления экономикой страны обеспечивал сложный комплекс математических моделей.

Преимуществами предлагаемого решения совместного использования пула объектов, поддерживающих цифровые сервисы управления, является возможность для всех участников создаваемой экономической цифровой суперсистемы:

- пользоваться программами и вычислительными услугами из облаков и тумана;
- получать поддержку собственных усилий по созданию, развертыванию, управлению и свертыванию приложений в корпоративном облаке и встраиванию в управленческие процессы и процедуры;
- взаимодействовать и объединять корпоративные сетевые среды (различных владельцев ключевых телекоммуникационных и вычислительных мощностей);
- использовать системы распределенных ситуационных центров развития [4];
- применять аналоговые оптические процессоры на перезаписываемых голографических накопителях, квантовые вычисления и др.

### Управляемая фрагментация (сегментация) информационных систем организационных объектов

С учетом высокой вероятности временного блокирования активности информационных систем в условиях глобальных катастроф и чрезвычайных ситуаций авторы предлагают опираться на управляемую фрагментацию (сегментацию) информационных систем организационных объектов. Такая фрагментация должна реализовываться в рамках виртуально агрегированных программно-аппаратных кластеров с уче-

том структуры детерминированных функциональными задачами отдельных организационных объектов [36].

Необходима идентификация системно-параметрических взаимосвязей, в том числе величины потоков информации, ее вычислительной обработки и фиксирования, мониторинга накопившихся транзакций, упакованных в блоки, и их использования, когда необходимо обеспечить восстанавливаемость выпадающих массивов данных в результате ущерба. Это особенно важно в условиях вероятного критически быстрого развития эффекта ущерба [37]. В сложные для информационных систем организационных объектов моменты, как правило, наблюдается острая нехватка стабилизирующих информационных инструментов [38].

Критерии наблюдаемости при этом должны быть ориентированы на виртуально агрегированный программно-аппаратный кластер — своего рода функционально стабильный элемент организации инфраструктуры цифровой экономики. Конвергентное развитие форм пластичности управленческих транзакций позволит сохранить стабильность структуры информационного обмена данными, их вычислительной обработки и фиксирования.

Каждая из подсистем должна отвечать локальному состоянию краткосрочного относительного равновесия экономической суперсистемы, сильно или слабо связанного с другими подсистемами, с учетом вероятности перехода к формированию синхронных групп — к однонаправленному изменению вектора абсолютного скольжения всех организационных объектов с большой составляющей неопределенности последствий, когда в фазовом пространстве системы одновременно наблюдаются устойчивые и неустойчивые процессы.

Моделирование возможных сбоев в работе информационных систем, когда возникает скачкообразный выход из устоявшейся активности групп элементов информационного обмена, позволяет дать прогнозную оценку состояния системы по отношению к влиянию инициированных или самоорганизующихся сбоев.

В упомянутой выше системе управления страной в особый период живучесть систем и устойчивость управления экономикой страны обеспечивал сложный комплекс математических моделей.

### **Возможности определения состояния стабильности экономики на территориальном или отраслевом уровне и динамики работы объектов**

Мониторинг с использованием аэро- или космических систем сканирования объектов управления позволяет идентифицировать соответствие предметно-адаптированной конфигурации базовых характеристик переходной активности цепочки производство—хранение—поставка—потребление важнейших материальных ресурсов с учетом квазифинансовых расчетов на основе использования электронной валюты с выделенными контурами виртуального взаимодействия. Необходимо обеспечить прогнозирование, выявление и обсчет результатов аварийного выпадения организационных объектов из синхронизма. При этом возможности вероятностных расчетов будут ограничены из-за отсутствия ретроспективного опыта и обучающих паттернов. В этом случае могут помочь методы квантово-механической интерпретации самоорганизующихся когнитивных моделей для охвата интуитивных аспектов человеческого сознания и коллективного бессознательного, выявления неявных, беспричинных и латентных факторов [39–41].

При этом необходимо учитывать высокую динамику деформации поведения отдельных сегментов информационных систем. Соответствующий пакет методов мониторинга должен предполагать возможность анализа взаимодействия различных подсистем экономики [42, 43].

Довычисление аналогичной предшествующему периоду итерации переходной активности цепочки производство—хранение—поставка—потребление важнейших материальных ресурсов в экономической деятельности, где возник-



## ➤ Необходимо обеспечить прогнозирование, выявление и обсчет результатов аварийного выпадения организационных объектов из синхронизма.

ший пик деформационных процессов и возмущений может завершиться или продолжиться, позволяет в рамках комплексного анализа выделить сведения о векторах налаживания экономического процесса с постепенным выводом его из чрезвычайного режима [44, 45].

\* \* \*

Новизна заявленного подхода состоит в разработке конвергентной методологии кластеризации разнородных сегментов оперативного информационного пространства с учетом коллективного субъективного фактора, что обеспечивает упреждающую идентификацию уязвимостей к ущербу при глобальных катастрофах и чрезвычайных ситуациях.

Новая методология обеспечит динамическое изучение денотативных и когнитивных семантик создаваемых моделей, содержащих необходимую информацию об операционно-режимных ситуациях цепочки производство—хранение—поставка—потребление материальных ресурсов.

Предлагается автоматизированный мониторинг контента управления экономикой при поддержании режимов самонастраивающейся, в том числе антиколлапсной, интеграции, адаптированной к быстроразвивающимся чрезвычайным условиям известного, предсказуемого и неизвестного характера.

Методология ставит новые вопросы перед разработчиками больших информационных систем, в том числе:

- обеспечение практически мгновенного решения задач по реконфигурации промышленности в особый период, в том числе с применением квантовых вычислений и оптических процессоров;
- создание системы классификации и кодирования информации с временной и модальной логикой семантической интерпретации для обеспечения возможности корректной сборки многоаспектной информации;
- создание систем общего (сильного, когнитивного, коллективного) искусственного интел-

лекта, континуальная мощность которого на десятки порядков выше мощности традиционных технологий искусственного интеллекта, базирующегося на логической основе. ✉

ПЭС 18126 / 17.09.2018

### Примечание

1. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

### Источники

1. Агеев А.И., Смирнова В.А. Адаптивность высокотехнологичного комплекса к цифровым вызовам // Экономические стратегии. 2018. № 1. С. 164–166.
2. Артюхин В.В., Арефьева Е.В., Верескун А.В. и др. Управление рисками техногенных катастроф и стихийных бедствий: Пособие для руководителей организаций. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2016. 270 с.
3. Волков А.А., Шилова Л.А. Обеспечение устойчивости объектов жизнеобеспечения в условиях возникновения чрезвычайной ситуации // Вестник МГСУ. 2014. № 4. С. 107–115.
4. Социогуманитарные аспекты ситуационных центров развития / Под ред. В.Е. Лепского, А.Н. Райкова. М.: Когито-Центр, 2017. 416 с.
5. Двоглазов Д.М. Живучесть и устойчивость информационных систем предприятий сложной структуры // Информационно-технологический вестник. 2015. № 3. С. 55–68.
6. Емелин В.И. Метод и математическая модель оценки информационной устойчивости в условиях деструктивных воздействий на всем жизненном цикле АСУ критических систем // Морская радиоэлектроника. 2011. № 3. С. 40.
7. Агеев А.И., Аверьянов М.А., Евтушенко С.Н. и др. Цифровое общество: архитектура, принципы, видение // Экономические стратегии. 2017. № 1. С. 114–125.
8. Добрынин А.П., Черных К.Ю., Куприяновский В.П. и др. Цифровая экономика — различные пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, SMART CITY, BIG DATA и др.) // International Journal of Open Information Technologies. 2016. № 1. С. 4–11.
9. Логинов Е.Л., Райков А.Н. Цифровая экономика: уязвимость к сетевым атакам и возможности обеспечения устойчивости управления // Проблемы рыночной экономики. 2017. № 4. С. 4–10.
10. Александров Е.Ю., Тютюнник В.М. Моделирование оценки устойчивости сетевой информационной системы к негативным внешним воздействиям в условиях неполноты априорных сведений // Глобальный научный потенциал. 2015. № 9. С. 102–106.
11. Громов Ю.Ю., Минин Ю.В., Иванова О.Г. и др. Задача поиска групп негативных внешних воздействий на сетевую информационную систему, максимизирующих значение функции ущерба // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2013. № 3. С. 25–30.
12. Юрчик П.Ф., Голубкова В.Б., Гусеница Д.О. Информационная поддержка работоспособности компьютерных си-

- стем методами теории катастроф // Автоматизация и управление в технических системах. 2013. № 3. С. 52–56.
13. Дудчак В.В., Кузьмина М.С., Мосоров К.А. и др. Модель системы управления разработкой продукции военного назначения в условиях кибервойны // Теория и техника радиосвязи. 2013. № 4. С. 91–95.
14. Корепанова С.А., Онуфрей А.Ю., Сугак В.П. Обеспечение информационной безопасности путем устойчивого решения задач управления в автоматизированных системах управления военного назначения // Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского. 2016. № 652. С. 49–58.
15. Савельев М.И. Методологический подход к формированию устойчивого управления силами и средствами МЧС России // Технологии гражданской безопасности. 2014. № 3. С. 68–70.
16. Raikov A. Accelerating technology for self-organising networked democracy [Электронный ресурс]. ScienceDirect. Futures. 2018, October. Vol. 103. P. 17–26. URL: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.03.015>.
17. Райков А.Н. Конвергентное управление и поддержка решений. М.: ИКАР, 2009. 245 с.
18. Логинов Е.Л., Шкута А.А. Искусственный интеллект в органах госуправления // Государственная служба. 2017. № 5. С. 24–29.
19. Райков А.Н. Платформа искусственного интеллекта для поддержки стратегического планирования в среде цифровой экономики // Нейрокомпьютеры и их применение. XVI Всероссийская научная конференция. М.: Московский государственный психолого-педагогический университет, 2018. С. 20–22.
20. Петров А.Б., Багров С.В., Сычева А.И. Подходы к обеспечению устойчивой работы сложных информационных систем государственного и корпоративного назначения // Вестник МГТУ МИРЭА. 2015. № 4–2. С. 175–183.
21. Raikov A.N. Uncaused Semantic Interpretation of Cognitive Models in Networked Decision Support Systems. Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT2017). Moscow. 2017. September, 20–22. P. 321–325.
22. Ивутин А.Н., Есиков Д.О. Вычислительный кластер для решения задач обеспечения устойчивости функционирования распределенных информационных систем // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2016. № 57. С. 63–67.
23. Куликов Г.Г., Антонов В.В., Конев К.А. Кластерное программное обеспечение автоматизированной информационной системы // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2018. № 2. С. 19–28.
24. Трахтенгерц Э.А. Сетевые методы компьютерного противодействия катастрофам и рискам // Управление большими системами: Сб. трудов. 2013. № 41. С. 162–248.
25. Латыпова Н.М. Модель «катастрофы сборки» для управления устойчивостью экономической системы // Казанская наука. 2016. № 3. С. 50–55.
26. Махутов Н.А., Берман А.Ф., Николайчук О.А. Некоторые принципы самоорганизации для управления риском техногенных катастроф // Проблемы анализа риска. 2015. № 4. С. 6–17.
27. Синещук Ю.И., Пантиховский О.В., Синещук М.Ю. Информационно-логическая модель анализа и обеспечения устойчивости функционирования систем управления сложными организационно-техническими объектами // Проблемы управления рисками в техносфере. 2012. № 2. С. 1–11.
28. Агеев А.И., Логинов Е.Л., Ефремов Д.Н. Государственный комитет по научно-технической политике: центр сетевой концентрации научно-технических связей в ключевых областях знания для интегрированного управления в сфере науки и техники // Экономические стратегии. 2014. № 8. С. 12–21.
29. Долomatov М.Ю., Карабельская И.В., Ковалева Э.А. Проектирование ИС по свойствам и электронным характеристикам сложных многокомпонентных органических систем // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2014. № 2. С. 68–72.
30. Запечников С.В. Безопасность распределенных компьютерных систем при различных стратегиях резервирования информационных ресурсов // Безопасность информационных технологий. 2011. № 3. С. 17–26.
31. Кнауб Р.В. Структура информационно-аналитической системы анализа энергоэкологических последствий катастроф различного генезиса // Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление. 2018. № 1. С. 85–94.
32. Есиков Д.О. Методика выбора метода решения задач обеспечения устойчивости функционирования распределенных информационных систем // Электронные информационные системы. 2018. № 1. С. 65–78.
33. Зотов И.В., Сазонов С.Ю., Ефремова О.В. и др. Оценка рисков природных и техногенных катастроф в информационно-аналитических системах поддержки принятия решений // Известия Юго-Западного государственного университета. 2012. № 5-2. С. 19–23.
34. Колесников А.А., Мушенко А.С., Дзюба Ю.Н. и др. Синергетический наблюдатель переменных состояния в задачах реконструкции систем с хаотической динамикой // Всероссийская научная конференция по проблемам управления в технических системах. 2017. № 1. С. 58–61.
35. Нечаев Ю.И., Петров О.Н. Адаптивный контроль процессов самоорганизации на основе нейродинамической системы // Морские интеллектуальные технологии. 2018. № 2. С. 144–152.
36. Логинов Е.Л., Борталевич С.И., Шкута А.А. и др. Подходы к использованию модели самоорганизации и распада нейронно-сетевых структур для повышения живучести информационных систем органов государственного управления вследствие природных, техногенных катастроф или военных атак // Вестник Московского университета МВД России. 2017. № 4. С. 187–194.
37. Исаев О.В., Душкин А.В., Зольников В.К. и др. Анализ устойчивости функционирования информационной структуры интегрированной системы безопасности в условиях негативных воздействий // Промышленные АСУ и контроллеры. 2017. № 10. С. 52–60.
38. Козлов В.Н., Тросько И.У. Устойчивые режимы энергетических систем на основе управления хаотическими процессами // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2012. № 3-1. С. 111–117.



39. Ульянов С.В., Николаева А.В., Решетников А.Г. Интеллектуальные системы управления в непредвиденных ситуациях. Оптимизатор баз знаний на мягких вычислениях // LAP Lambert Academic Publishing, OmniScriptum GmbH & Co. KG 2014.

40. Ульянов С.В., Решетников А.Г., Решетников Г.П. Технологии интеллектуальных вычислений. Квантовые вычисления и программирование в самоорганизующихся интел-

лектуальных системах управления: Учеб.-методич. пособие. Дубна: Изд-во ОИЯИ, 2015.

41. Raikov A. Convergent networked decision-making using group insights // *Complex & Intelligent Systems*. 2015. December. Vol. 1. Issue 1. P. 57–58.

42. Берман А.Ф. Информатика катастроф // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2012. № 3. С. 17–37.

## References

1. Ageev A.I., Smirnova V.A. Adaptivnost' vysokotekhnologichnogo kompleksa k tsifrovym vyzovam [Adaptability of the High-Tech Complex to Digital Challenges]. *Ekonomicheskie strategii*, 2018, no 1, pp. 164–166.
2. Artyukhin V.V., Aref'eva E.V., Vereskun A.V. i dr. *Upravlenie riskami tekhnogennykh katastrof i stikhiinykh bedstviy* [Managing Risks of Man-Made Catastrophes and Natural Disasters]. Posobie dlya rukovoditelei organizatsii. Moscow, Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut po problemam grazhdanskoj oborony i chrezvychainykh situatsii MChS Rossii, 2016, 270 p.
3. Volkov A.A., Shilova L.A. Obespechenie ustoichivosti ob"ektov zhizneobespecheniya v usloviyakh vozniknoveniya chrezvychainoi situatsii [Ensuring Sustainability of Life Support Infrastructure in Emergency Conditions]. *Vestnik MGSU*, 2014, no 4, pp. 107–115.
4. *Sotsiogumanitarnye aspekty situatsionnykh tsentrov razvitiya* [Socio-Humanitarian Aspects of Situational Development Centers]. Pod red. V.E. Lepkogo, A.N. Raikova. Moscow, Kogito-Tsentr, 2017, 416 p.
5. Dvoeglazov D.M. Zhivuchest' i ustoichivost' informatsionnykh sistem predpriyatii slozhnoi struktury [Survivability and Stability of Information Systems at the Enterprises with Complex Structure]. *Informatsionno-tekhnologicheskii vestnik*, 2015, no 3, pp. 55–68.
6. Emelin V.I. Metod i matematicheskaya model' otsenki informatsionnoi ustoichivosti v usloviyakh destruktivnykh vozdeystviy na vsem zhiznennom tsikle ASU kriticheskikh system [Method and Mathematical Model for Assessing Information Stability in the Context of Destructive Influences on the Entire Life Cycle of the Critical Systems' ACS]. *Morskaya radioelektronika*, 2011, no 3, p. 40.
7. Ageev A.I., Aver'yanov M.A., Evtushenko S.N. i dr. Tsifrovoye obshchestvo: arkhitektura, printsipy, videnie [Digital Society: Architecture, Principles, Vision]. *Ekonomicheskie strategii*, 2017, no 1, pp. 114–125.
8. Dobrynin A.P., Chernykh K.Yu., Kupriyanovskii V.P. i dr. Tsifrovaya ekonomika — razlichnye puti k effektivnomu primeneniyu tekhnologii (BIM, PLM, CAD, IOT, SMART CITY, BIG DATA i dr.) [Digital Economy — Different Ways to Efficient Application of Technologies (BIM, PLM, CAD, IOT, SMART CITY, BIG DATA, etc.)]. *International Journal of Open Information Technologies*, 2016, no 1, pp. 4–11.
9. Loginov E.L., Raikov A.N. Tsifrovaya ekonomika: uyazvimost' k setevym atakam i vozmozhnosti obespecheniya ustoichivosti upravleniya [Digital Economy: Vulnerability to Network Attacks and the Possibility of Ensuring Management Sustainability]. *Problemy rynochnoi ekonomiki*, 2017, no 4, pp. 4–10.
10. Aleksandrov E.Yu., Tyutyunnik V.M. Modelirovanie otsenki ustoichivosti setevoi informatsionnoi sistemy k negativnym vneshnim vozdeystviyam v usloviyakh nepolnoty apriornykh svedenii [Modeling the Assessment of Sustainability of a Network Information System to Negative External Influences in the Context of Incomplete a Priori Information]. *Global'nyi nauchnyi potentsial*, 2015, no 9, pp. 102–106.
11. Gromov Yu.Yu., Minin Yu.V., Ivanova O.G. i dr. Zadacha poiska grupp negativnykh vneshnikh vozdeystviy na setevuyu informatsionnyuyu sistemu, maksimiziruyushchikh znachenie funktsii ushcherba [The Task of Searching Groups of Negative External Influences on the Network Information System, Maximizing the Damage Function Value]. *Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diagnostika*, 2013, no 3, pp. 25–30.
12. Yurchik P.F., Golubkova V.B., Gusenitsa D.O. Informatsionnaya podderzhka rabotosposobnosti komp'yuternykh sistem metodami teorii katastrof [Informational Support of the Computer Systems Performance Through Catastrophe Theory Methods]. *Avtomatizatsiya i upravlenie v tekhnicheskikh sistemakh*, 2013, no 3, pp. 52–56.
13. Dudchak V.V., Kuz'mina M.S., Mosorov K.A. i dr. Model' sistemy upravleniya razrabotkoi produktsii voennogo naznacheniya v usloviyakh kibervoyny [Management System Model for Developing Military Products in Cyber War Context]. *Teoriya i tekhnika radiosvyazi*, 2013, no 4, pp. 91–95.
14. Korepanova S.A., Onufrei A.Yu., Sugak V.P. Obespechenie informatsionnoi bezopasnosti putem ustoichivogo resheniya zadach upravleniya v avtomatizirovannykh sistemakh upravleniya voennogo naznacheniya [Providing Information Security Through Sustainable Solution of Management Tasks in Military Automated Control Systems]. *Trudy Voенно-kosmicheskoi akademii im. A.F. Mozhaiskogo*, 2016, no 652, pp. 49–58.
15. Savel'ev M.I. Metodologicheskii podkhod k formirovaniyu ustoichivogo upravleniya silami i sredstvami MChS Rossii [Methodological Approach to Forming Sustainable Management of Forces and Facilities of Russia's EMERCOM]. *Tekhnologii grazhdanskoj bezopasnosti*, 2014, no 3, pp. 68–70.
16. Raikov A. *Accelerating technology for self-organising networked democracy*. ScienceDirect, Futures, 2018, October, vol. 103, pp. 17–26, available at: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.03.015>.
17. Raikov A.N. *Konvergentnoye upravlenie i podderzhka reshenii* [Convergent Management and Decision Support]. Moscow, IKAR, 2009. 245 c.
18. Loginov E.L., Shkuta A.A. Iskusstvennyi intellekt v organakh gosupravleniya [Artificial Intelligence in Public Authorities]. *Gosudarstvennaya sluzhba*, 2017, no 5, pp. 24–29.
19. Raikov A.N. *Platforma iskusstvennogo intellekta dlya podderzhki strategicheskogo planirovaniya v srede tsifrovoi ekonomiki* [Artificial Intelligence Platform to Support Strategic Planning in the Digital Economy]. Neirokomp'yutery i ikh primeneniye. XVI Vserossiiskaya nauchnaya konferentsiya. Moscow, Moskovskii gosudarstvennyi psikhologo-pedagogicheskii universitet, 2018, pp. 20–22.
20. Petrov A.B., Bagrov S.V., Sycheva A.I. Podkhody k obespecheniyu ustoichivoy raboty slozhnykh informatsionnykh sistem gosudarstvennogo i korporativnogo naznacheniya [Approaches to Ensure the Sustainable Operation of Complex State and Corporate Information Systems]. *Vestnik MGTU MIREA*, 2015, no 4–2, pp. 175–183.
21. Raikov A.N. *Uncaused Semantic Interpretation of Cognitive Models in Networked Decision Support Systems*. Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT2017), Moscow, 2017, September, 20–22, pp. 321–325.
22. Ivutin A.N., Esikov D.O. Vychislitel'nyi klaster dlya resheniya zadach obespecheniya ustoichivosti funktsionirovaniya raspredelennykh informatsionnykh sistem [Computing Cluster to Meet the Challenges of Ensuring Stability of the Distributed Information Systems Functioning]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta*, 2016, no 57, pp. 63–67.
23. Kulikov G.G., Antonov V.V., Konev K.A. Klasternoye programnoye obespechenie avtomatizirovannoi informatsionnoi sistemy [Cluster Software of an Automated Information System]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta*. Seriya: Komp'yuternye tekhnologii, upravlenie, radioelektronika, 2018, no 2, pp. 19–28.

43. Емельянова Ю.П. Устойчивость нелинейных повторяющихся процессов с возможными нарушениями // Наука и образование. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. № 4. С. 398–415.
44. Дмитришин Д.В., Усов А.В., Хамитова А.Д. Ограничения применимости линейного управления с запаздывающей обратной связью в нелинейных дискретных системах // Вестник Херсонского национального технического университета. 2015. № 3. С. 36–42.
45. Игнат'ев М.Б., Катермина Т.С. Управление хаосом и неопределенность // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2016. Т. 2. Секции 4–7. СПб.: Изд-во ЛЭТИ им. В.И. Ульянова (Ленина), 2016. С. 318–321.
24. Traktengerts E.A. Setsetricheskie metody komp'yuternogo protivodeistviya katastrofam i riskam [Network-Centric Methods of Computer Counteraction to Catastrophes and Risks]. *Upravlenie bol'shimi sistemami*, 2013, no 41, pp. 162–248.
25. Latypova N.M. Model' "katastrofy sborki" dlya upravleniya ustoichivost'yu ekonomicheskoy sistemy ["Catastrophe Assembly" Model to Manage the Economic System Sustainability]. *Kazanskaya nauka*, 2016, no 3, pp. 50–55.
26. Makhutov N.A., Berman A.F., Nikolaichuk O.A. Nekotorye printsipy samoorganizatsii dlya upravleniya riskom tekhnogennykh katastrof [Some Self-Organization Principles to Manage the Risk of Man-Made Disasters]. *Problemy analiza riska*, 2015, no 4, pp. 6–17.
27. Sineshchuk Yu.I., Pantikhovskii O.V., Sineshchuk M.Yu. Informatsionno-logicheskaya model' analiza i obespecheniya ustoichivosti funktsionirovaniya sistem upravleniya slozhnymi organizatsionno-tekhnicheskimi ob'ektami [Information-Logical Model of Analysis and Operation Sustainability of Control Systems of Complex Organizational-Technical Objects]. *Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere*, 2012, no 2, pp. 1–11.
28. Ageev A.I., Loginov E.L., Efremov D.N. Gosudarstvennyi komitet po nauchno-tekhnicheskoy politike: tsentr setevoi kontsentratsii nauchno-tekhnicheskikh svyazey v klyuchevykh oblastiakh znaniya dlya integrirovannogo upravleniya v sfere nauki i tekhniki [The State Committee for Scientific-Technical Policy: Center of Network Concentration of Scientific-Technical Ties in Key Knowledge Areas for Integrated Management in the Science and Engineering Field]. *Ekonomicheskie strategii*, 2014, no 8, pp. 12–21.
29. Dolomatov M.Yu., Karabel'skaya I.V., Kovaleva E.A. Proektirovanie IS po svoistvam i elektronnykh kharakteristikam slozhnykh mnogokomponentnykh organicheskikh sistem [IS Designing by Properties and Electronic Characteristics of Complex Multicomponent Organic Systems]. *Elektrotekhnicheskie i informatsionnye komplekсы i sistemy*, 2014, no 2, pp. 68–72.
30. Zapechnikov S.V. Bezopasnost' raspredelennykh komp'yuternykh sistem pri razlichnykh strategiyakh rezervirovaniya informatsionnykh resursov [Security of Distributed Computer Systems with Various Strategies of Information Resource Backup]. *Bezopasnost' informatsionnykh tekhnologii*, 2011, no 3, pp. 17–26.
31. Knaub R.V. Struktura informatsionno-analiticheskoy sistemy analiza energoekologicheskikh posledstviy katastrof razlichnogo genezisa [Structure of the Information-Analytical System for Analyzing Energy-Ecological Consequences of Accidents of Various Genesis]. *Ustoichivoe innovatsionnoe razvitiye: proektirovanie i upravlenie*, 2018, no 1, pp. 85–94.
32. Esikov D.O. Metodika vybora metoda resheniya zadach obespecheniya ustoichivosti funktsionirovaniya raspredelennykh informatsionnykh sistem [Methods of Choosing the Mode of Solving Problems of Providing the Functioning Sustainability of Distributed Information Systems]. *Elektronnyye informatsionnye sistemy*, 2018, no 1, pp. 65–78.
33. Zotov I.V., Sazonov S.Yu., Efremova O.V. i dr. Otsenka riskov prirodnykh i tekhnogennykh katastrof v informatsionno-analiticheskikh sistemakh podderzhki prinyatiya reshenii [Assessing Risks of Natural and Man-Made Disasters in the Information-Analytical Decision Support Systems]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta*, 2012, no 5-2, pp. 19–23.
34. Kolesnikov A.A., Mushenko A.S., Dzyuba Yu.N. i dr. Sinergeticheskii nablyudatel' peremennykh sostoyaniya v zadachakh rekonstruktsii sistem s khaoticheskoy dinamikoy [Synergetic Observer of State Variables in the Problems of Reconstructing Systems with Chaotic Dynamics]. *Vserossiiskaya nauchnaya konferentsiya po problemam upravleniya v tekhnicheskikh sistemakh*, 2017, no 1, pp. 58–61.
35. Nechaev Yu.I., Petrov O.N. Adaptivnyi kontrol' protsessov samoorganizatsii na osnove neirodinamicheskoy sistemy [Adaptive Control of Self-Organization Processes Based on Neurodynamic System]. *Morskie intellektual'nye tekhnologii*, 2018, no 2, pp. 144–152.
36. Loginov E.L., Bortalevich S.I., Shkuta A.A. i dr. Podkhody k ispol'zovaniyu modeli samoorganizatsii i raspada neuronno-setevykh struktur dlya povysheniya zhivuchesti informatsionnykh sistem organov gosudarstvennogo upravleniya vsledstvie prirodnykh, tekhnogennykh katastrof ili voennykh atak [Approaches to Using the Model of Self-Organization and Disintegration of Neural-Network Structures for Increasing Survivability of Government Bodies' Information Systems as a Result of Natural, Man-Made Disasters or Military Attacks]. *Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii*, 2017, no 4, pp. 187–194.
37. Isaev O.V., Dushkin A.V., Zol'nikov V.K. i dr. Analiz ustoichivosti funktsionirovaniya informatsionnoy struktury integrirovannoy sistemy bezopasnosti v usloviyakh negativnykh vozdeistviy [Analyzing Functioning Stability of the Information Structure of an Integrated Security System in Conditions of Negative Impacts]. *Promyshlennyye ASU i kontrolyer*, 2017, no 10, pp. 52–60.
38. Kozlov V.N., Tros'ko I.U. Ustoichivyye rezhimy energeticheskikh sistem na osnove upravleniya khaoticheskimi protsessami [Sustainable Regimes of Energy Systems Based on Chaotic Processes Control]. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta*, 2012, no 3-1, pp. 111–117.
39. Ul'yanov S.V., Nikolaeva A.V., Reshetnikov A.G. *Intellektual'nye sistemy upravleniya v nepredvidennykh situatsiyakh. Optimizator baz znaniy na myagkikh vychisleniyakh* [Intellectual Control Systems in Unpredictable Situations. Soft Computing Knowledge Base Optimizer]. LAP Lambert Academic Publishing, OmniScriptum GmbH & Co. KG 2014.
40. Ul'yanov S.V., Reshetnikov A.G., Reshetnikov G.P. *Tekhnologii intellektual'nykh vychislenii. Kvantovyye vychisleniya i programmirovaniye v samoorganizuyushchikhsya intellektual'nykh sistemakh upravleniya* [Intelligent Computing Technologies. Quantum Computing and Programming in Self-Organizing Intelligent Management Systems]. Ucheb.-metodich. posobie. Dubna, Izd-vo OIYal, 2015.
41. Raikov A. Convergent networked decision-making using group insights. *Complex & Intelligent Systems*, 2015, December, vol. 1, issue 1, pp. 57–58.
42. Berman A.F. Informatika katastrof [Computer Science of Catastrophes]. *Problemy bezopasnosti i chrezvychaynykh situatsii*, 2012, no 3, pp. 17–37.
43. Emel'yanova Yu.P. *Ustoichivost' nelineinykh povtoryayushchikhsya protsessov s vozmozhnymi narusheniyami* [Stability of Nonlinear Repetitive Processes with Possible Violations]. Nauka i obrazovanie, Moscow, Izd-vo MGTU im. N.E. Bauman, 2014, no 4, pp. 398–415.
44. Dmitrishin D.V., Usov A.V., Khamitova A.D. Ogranicheniya primenimosti lineinogo upravleniya s zapazdyvayushchei obratnoi svyaz'yu v nelineinykh diskretnykh sistemakh [Limitations of Applicability of Linear Control with Delayed Deedback in Nonlinear Discrete Systems]. *Vestnik Khersonskogo natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta*, 2015, no 3, pp. 36–42.
45. Ignat'ev M.B., Katemina T.S. *Upravlenie khaosom i neopredelennost' [Chaos Management and Uncertainty]. Mezhdunarodnaya konferentsiya po myagkim vychisleniyam i izmereniyam*, 2016, t. 2, sektsii 4–7. Saint Petersburg, Izd-vo LETI im. V.I. Ul'yanova (Lenina), 2016, pp. 318–321.