

## ИНФРАСТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

© 2018 А.В. Иващенко<sup>1</sup>, С.А. Корчивой<sup>2</sup>, С.А. Прохоров<sup>3</sup><sup>1</sup> Самарский государственный технический университет<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт радио, г. Москва<sup>3</sup> Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева

Статья поступила в редакцию 12.12.2018

В статье предлагается семейство моделей информационно-коммуникационной инфраструктуры цифровой экономики, построенное на основе реализации методов и средств статистического анализа неэквидистантных временных рядов. Модели предназначены для реализации программных комплексов и ситуационных центров мониторинга, контроля, прогнозирования и управления в различных предметных областях. В статье обобщается опыт разработки автоматизированных систем научных исследований и прикладных программных комплексов для управления в транспортной логистике, социальных системах и обеспечении безопасности научно-производственных предприятий. Результаты исследования могут быть использованы в разработке инновационных систем управления в цифровых социальных и экономических системах. Предложенные модели виртуального посреднического оператора, инфраструктурного возврата, риск-краулера и профит-краулера могут быть полезны разработчикам и специалистам по внедрению современных информационно-коммуникационных технологий в рамках развития цифровой экономики в России.

*Ключевые слова:* цифровая экономика, виртуальный посреднический оператор, модель инфраструктурного возврата.

## ВВЕДЕНИЕ

Цифровая экономика является одним из наиболее широко обсуждаемых явлений в сфере информационных технологий. Реализация современных платформ и решений по сбору и обработке данных, информационному взаимодействию, анализу больших данных, организации Интернета вещей, эмиссии и учета криптовалюты позволяет не только предоставить новые возможности для своих пользователей, но и сформировать качественно новый тип экономических отношений. Таким образом, появляется оригинальная область исследований, связанная с развитием теории управления в цифровых социальных и экономических системах.

При реализации инструментов цифровой экономики основное внимание обычно уделяют экономическим и бизнес моделям. Однако новые типы взаимодействия между участниками цифровых экономических отношений обуславливают важность проработки новых моделей инфраструктуры информационных технологий. В данном случае информационно-коммуникационная инфраструктура не только поддер-

живает основные и вспомогательные процессы, но и полностью определяет их содержание. Это требует формирования новых требований и условий работы программных платформ, заключающихся в необходимости поддержания стабильного и надежного функционирования в изменяющихся условиях.

В данной статье рассмотрена одна из базовых инфраструктурных моделей цифровой экономики – виртуальный посреднический оператор, на основе которого описан эффект инфраструктурного возврата и введены модели профит-краулера и риск-краулера, обеспечивающие требуемые свойства информационно-коммуникационной инфраструктуры.

## ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ

Согласно программе «Цифровая экономика Российской Федерации» [1, 2], утвержденной Правительством РФ, для создания условий институционального и инфраструктурного развития экосистемы цифровой экономики должен быть организован и проведен комплекс мероприятий в сфере нормативного регулирования цифровой среды, развития информационной инфраструктуры, подготовки кадров для цифровой экономики, обеспечения информационной безопасности, цифровых технологий, и цифрового государственного управления.

Требования к цифровой инфраструктуре во многом определяются особенностями информационного управления в современных соци-

*Иващенко Антон Владимирович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры вычислительной техники. E-mail: anton-ivashenko@yandex.ru*  
*Корчивой Станислав Анатольевич, соискатель. E-mail: kor28@mail.ru*

*Прохоров Сергей Антонович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных систем и технологий. E-mail: sp@smr.ru*

альных и экономических системах [3, 4]. Новые возможности по взаимодействию в виртуальном пространстве обеспечивают не только облегчение рутинных операций по обмену и обработке данных, но и реализацию эффективных инструментов мониторинга, управления, контроля и манипулирования. Таким образом, появляются особые области исследования человеческих отношений в социальных сетях, киберпространстве, на виртуальных цифровых предприятиях и в сфере цифровых услуг. Все это требует новых методов и средств организационного управления.

В качестве примера реализации современной цифровой инфраструктуры следует отметить разработки в области организации межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ) [5, 6], а также опыт по созданию многофункциональных центров (МФЦ). Для успешного решения задач в данной области были проработаны не только сугубо технические вопросы интероперабельности [7], интеграции гетерогенных источников информации, сбора и обработки мультиструктурных данных, автоматизации документооборота и т.п., но и реализовано программное обеспечение для обработки информации и поддержки принятия решений.

В рамках микроэкономики цифровой платформы полезной абстракцией является модель умного контракта (смарт-контракта), широко применяющейся в криптовалютных сетях [8]. Умные контракты используются для формализации достаточно простых взаимоотношений, состоящих из небольшого количества условий. При этом они могут приобретать проактивное поведение и принимать самостоятельные решения для того, чтобы отслеживать достижения или нарушения своих пунктов по заданным условиям. Отметим, что важным требованием существования смарт-контрактов является децентрализация среды исполнения.

Общие вопросы построения цифровой инфраструктуры и возникающие, в связи с этим, новые возможности и угрозы рассматриваются в ряде современных работ [9, 10]. Основное внимание здесь уделяется организационным аспектам внедрения и применения цифровых технологий, при этом на техническом уровне вопросы управления в цифровых социальных и экономических системах должного внимания пока не получают. Решить эту проблему можно с помощью подхода, основанного на представлении цифровой инфраструктуры в виде набора информационно-коммуникационных платформ, образующих единое информационное пространство для новых экономических отношений.

Методологической основой такого подхода может стать теория статистического анализа временных рядов [11], которая позволяет не только оценивать вероятностные характеристики проис-

ходящих процессов, но и обеспечивать имитационное их моделирование с формированием анализа и прогноза. Первый опыт реализации этого подхода был произведен в работах [12 – 16] в рамках конкретных задач обеспечения информационной безопасности, транспортной логистики и в сфере услуг. Обобщение этих идей в виде соответствующих моделей представлено далее в статье.

### НЕЭКВИДИСТАНТНЫЕ ВРЕМЕННЫЕ РЯДЫ В ЦИФРОВЫХ СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Современные цифровые социальные и экономические системы характеризуются высокой динамикой изменения их состояний и описываются большим количеством разнообразных параметров, обработка которых требует применения статистических методов исследования. Основой для построения модели объекта исследования является измерительная информация, под которой понимается совокупность сведений, полученных в результате измерений.

Известное представление измерительной информации основано на модели неэквидистантного временного ряда:

$$\left[ x_{i,j} \left( t_{i,j} / \Delta t_{i,j} \right) \right], \Delta t_{i,j} = t_{i,j+1} - t_{i,j} = \text{random}, (1)$$

где индекс  $i$  соответствует номеру реализации, а  $j$  – номеру отсчета временного ряда.

Заметим, что индекс  $j$  в этом случае характеризует лишь порядковый номер события или метки времени в массиве, где хранятся данные, и не характеризует время наступления события.

Неэквидистантными временными рядами представляются результаты измерений при решении разнообразных задач по созданию адаптивных систем сбора и обработки информации с учетом дрожания при датировании, неточности датирования в многоканальных системах, дискретизация с пропусками и сбоями наблюдений, при стохастическом кодировании и т.п. Они широко применяются в цифровых системах передачи информации, синхронных многоканальных системах передачи информации с временным уплотнением, в асинхронно-адресных системах связи и в спутниковых системах связи.

Нерегулярность вносится в процесс дискретизации как неумышленно, например, при нарушении условий нормального функционирования системы, так и преднамеренно с целью получения новых эффектов, ценных для практических приложений, например для упрощения технической реализации или сокращения объема измерительной информации, достаточной для его восстановления в случае необходимости с заданной погрешностью.

Использование неэквидистантных временных рядов в цифровых социальных и эконо-

мических системах оправдано самой природой этих систем, обусловленной влиянием комбинации фактора времени и человеческого фактора, а также возможностью достоверной и надежной фиксации событий, возникающих в результате информационного взаимодействия, реализуемого на базе цифровой инфраструктуры.

Формально представить цепочки таких событий можно с помощью булевого выражения с тремя значениями (NA – не запланирована, 0 – запланирована, 1 – оказана):

$$e_{i,j,k} = e_{i,j,k}(s_i, u_k, t_{i,j,k}) = \{NA, 0, 1\}, \quad (2)$$

где  $s_i$  – объект взаимодействия,  $u_j$  – субъект взаимодействия,  $t_{i,j}$  – момент взаимодействия,  $j$  – порядковый номер события.

Инфраструктурные модели цифровой экономики характеризуются принципиальной невозможностью получения равномерных отсчетов в ходе проведения экспериментов, в связи с чем, практическую полезность для них представляют методы статистического анализа неэквилибричных временных рядов. С учетом особенностей представления исходных данных для анализа и управления в социальных и экономических системах, можно выделить три направления статистических измерений:

- оценка вероятностных характеристик без учета нерегулярности временных рядов;
- оценка измеряемых величин предварительным восстановлением отчетов с учетом свойств модели и критериев восстановления;
- оценка измеряемых величины без восстановления в промежуточных точках и с использованием только существенных отсчетов и соответствующих им меток времени.

Третье направление связано с применением интервальных методов оценивания, в основе которых лежит принудительная дискретизация исходного временного ряда с обобщением или усреднением получаемых результатов на каждом интервале. В применении к цифровым социальным и экономическим системам такие методы позволяют обеспечить устойчивость к незначительным или случайным влияниям на объект исследования и при этом надежно реагировать на существенные изменения. Данное свойство полезно при построении систем мониторинга, поддержки принятия решений, ситуационных центров и других систем управления в достаточно широком перечне предметных областей.

### МОДЕЛЬ ВИРТУАЛЬНОГО ПОСРЕДНИЧЕСКОГО ОПЕРАТОРА

Модель виртуального посреднического оператора является базовой для информационно-коммуникационной инфраструктуры цифровой экономики, поскольку позволяет формализовать

и имитировать основные механизмы информационного взаимодействия поставщиков и потребителей цифровых услуг, а также возникающие при этом экономические отношения. Модель основана на описании неэквилибричных временных рядов для представления событий потребления услуг в рамках цифровой платформы.

Введем основные понятия виртуального посреднического оператора. Пусть комплексная услуга  $\sigma_p$ ,  $p = 1..N_\sigma$  может быть представлена в виде набора цифровых сервисов из множества  $\{s_i\}$ ,  $i = 1..N_s$ , которые структурно задают комплекс требований по ее выполнению.

Сервис может быть оказан в рамках различных услуг:

$$\sigma_p = \{f_{p,i}(\sigma_p, s_i)\}, \quad (3)$$

где  $f_{p,i}(\sigma_p, s_i)$  – некоторая функция, устанавливающая уникальное соотношение между  $\sigma_p$  и  $s_i$ .

Факты обращения потребителя  $u_k$  за получением услуги обозначим в виде событий:

$$d_{i,j,k} = d_{i,j,k}(s_i, u_k, t'_{i,j,k}), \quad (4)$$

где  $t'_{i,j,k}$  – время возникновения события,  $j$  – индекс обращения.

Факты потребления услуги обозначим в виде событий:

$$e_{i,j,k} = e_{i,j,k}(s_i, u_k, c_{i,j,k}, \{c'_{i,j,k,l}\}, t_{i,j,k}), \quad (5)$$

где  $c_{i,j,k}$  – стоимость единичной услуги для конечного потребителя и типу сервиса,

$\{c'_{i,j,k,l}\}$  – общая оценка себестоимости цифровой услуги, включая затраты на создание ее инфраструктуры, а также начисления.

Каждый цифровой сервис для своего выполнения требует задействовать ресурсы, предоставляемые одним или несколькими поставщиками  $p_n$  и компонентами информационно-коммуникационной инфраструктуры  $h_m$ . Объекты  $h_m$  имеют с определенную стоимость  $v_m$  и срок эксплуатации  $\Delta\tau_m^* = [t_m^*, t_m^* + \Delta t_m^*]$ , который определяет интервал доступности сервиса.

Событие ввода в действие объекта  $h_m$  на период  $\Delta\tau_m^*$  обозначим в виде:

$$q_m = q_m(h_m, v_m, \{v'_{m,l}\}, \Delta\tau_m^*) = \{0, 1\}, \quad (6)$$

где  $\{v'_{m,l}\}$  – обоснованная себестоимость объекта  $h_m$  по статьям затрат, включая создание, реализацию и поддержание инфраструктуры.

Объекты и субъекты цифровой инфраструктуры связаны между собой с помощью отношений – ребер зависимости:

$b_{i,m}(s_i, h_m)$  – отношение инфраструктурно-го обеспечения сервиса;

$f_{i,n}(s_i, p_n)$  – отношение выполнения сервиса поставщиком  $p_n$ .

$z_{i_1, i_2}(s_{i_1}, s_{i_2})$  – отношение эмиссии новых сервисов, основанных на комбинировании уже существующих на базе доступной инфраструктуры.

Появление новых возможностей по реализации сервисов связаны в вводом в действие объектов цифровой инфраструктуры (инфраструктурное обеспечение), появлением нового поставщика (ресурсное обеспечение) или комбинированием существующих сервисов (эмиссия). Опцию предоставления сервиса можно обозначить явно в виде:

$$g_{i,m} = g_{i,m}(s_i, b_{i,m}, f_{i,n}, z_{i,i_2}). \quad (7)$$

Для состояний  $g_{i_1, m_1}$  и  $g_{i_2, m_2}$ ,  $i_1 \neq i_2$  можно определить следующие переходы:

- отношение предшествования  $\varphi(g_{i_1}, g_{i_2})$ , с помощью которого будем описывать факт необходимости завершения сервиса  $s_{i_1}$  для начала сервиса  $s_{i_2}$ ;

- отношение сопутствия  $\psi(g_{i_1}, g_{i_2})$ , с помощью которого зададим возможность совместной реализации сервисов  $s_{i_1}$  и  $s_{i_2}$ .

Эти отношения дополняют эффект эмиссии, позволяя на базе существующих примеров успешного формирования комплексной услуги продуцировать новые сервисы.

Таким образом, модель виртуального посреднического оператора для цифровой инфраструктуры представляет собой граф, связывающий объекты и субъекты цифровой экономики: поставщиков услуг и продуцируемые сервисы.

В рамках введенной модели можно поставить и решить задачу поиска оптимальной конфигурации сети услуг, то есть наилучшей совокупности вершин, описывающих возможные варианты оказания услуг с помощью разных ресурсов и отношений, определяющих взаимные сочетания сервисов для разных видов услуг.

### МОДЕЛЬ ИНФРАСТРУКТУРНОГО ВОЗВРАТА

Модель инфраструктурного возврата предназначена для оценки и реализации инноваций в цифровой экономике и основывается на соотношении преимуществ цифровой платформы и затрат на создание и развитие ее инфраструктуры. В основе модели лежит формализация деятельности виртуального посреднического оператора, функционирующего в интегрированной информационной среде. Указанные ниже показатели были сформулированы на основе интервальных оценок статистических характеристик неэквидистантных временных рядов.

С использованием введенных понятий можно определить стоимость цифровой инфраструктуры и расходы на ее эксплуатацию за период времени  $\Delta\tau_n = [t'_n, t'_n + \Delta t'_n)$ .

$$V(\Delta\tau_n) = \sum_m \sum_{i,j,k} q_m \cdot v_m \cdot \delta(t_{i,j,k} \in \Delta\tau_n), \quad (8)$$

$$\text{где } \delta(x) = \begin{cases} 1, & x = true, \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Доходы от реализации сервисов (за вычетом начислений) составляют:

$$C(\Delta\tau_n) = \sum_{i,j,k} (e_{i,j,k} \cdot \delta(t_{i,j,k} \in \Delta\tau_n) \cdot (c_{i,j,k} - \sum_l c'_{i,j,k,l})). \quad (9)$$

Данные показатели могут быть использованы при оценке чистого дисконтированного дохода:

$$NPV = -V(\Delta\tau_0) + \sum_{n=1}^N \frac{(C(\Delta\tau_n) - V(\Delta\tau_n))}{(1+I)^n}, \quad (10)$$

где  $I$  – ставка дисконтирования,  $Dt_n$  – годовой период,  $V(Dt_0)$  – инвестиционные расходы на реализацию ИТ инфраструктуры, понесенные до ее ввода в действие.

Основное отличие цифровой платформы от обычных решений в сфере информационных технологий заключается в возможности предоставления новых сервисов, не предусмотренных изначальной спецификацией. Это происходит путем появления новых типов услуг за счет комбинирования существующих сервисов с известными поставщиками и инфраструктурой.

При построении ИТ инфраструктуры цифровой платформы для максимизации  $NPV$  нужно стремиться к возникновению эмиссии сервисов и максимизировать вторичные сервисы, суммарный доход от которых назовем инфраструктурным возвратом:

$$R(\Delta\tau_n) = \sum_{i,j,k} (e_{i,j,k} \cdot \delta(t_{i,j,k} \in \Delta\tau_n) \cdot \delta\left(\sum_m b_{i,m}(s_i, h_m) = 0\right) \cdot (c_{i,j,k} - \sum_l c'_{i,j,k,l})). \quad (11)$$

При накоплении достаточного количества сервисов они могут объединяться и дополняться, генерируя новые сервисы, не требующие специальных мероприятий или ресурсов. Новые сервисы появляются под влиянием активности их пользователей. Например, в случае частого и регулярного совместного использования двух или более сервисов разными пользователями, они могут объединяться в виде комплексной услуги. Таким образом, обеспечивается эмиссия сервисов, поддерживаемая потреблением и возникающая дополнительно к проведенным затратам.

### МОДЕЛИ РИСК-КРАУЛERA И ПРОФИТ-КРАУЛERA

Модель виртуального посреднического оператора позволяет строить на своей основе другие модели для локального анализа и вы-

бора варианта в рамках поддержки принятия решений в цифровой экономике. Это модели вспомогательных посреднических сервисов, построенных по аналогии с распространенными поисковыми роботами, доказавшими эффективность в сети Интернет.

Профит-краулер представляет собой программного агента, настраиваемого в соответствии с требованиями потребителя услуг и возможностями сети сервисов на поиск лучшего варианта по сравнению с выбранным. В дополнение к решению задачи поиска комбинации сервисов по запросу краулер производит непрерывный мониторинг сети, конструктивно проходя ее согласно появляющимся контрактам, и подсчитывает возможную доходность от попарного объединения сервисов, помечая возможные новые контракты.

В момент появления нового запроса краулер возвращается по найденным вершинам сети сервисов и собирает найденные консолидации. В результате время на поиск возможных вариантов для пользователя сокращается. Реализация профит-краулера иллюстрирует идею визуализации дополнительных сервисов в рамках цифровой платформы посреднического оператора, повышающих инфраструктурный возврат.

Риск-краулер производит непрерывный мониторинг сети, конструктивно проходя ее согласно появляющимся контрактам с использованием «жадных» алгоритмов, и подсчитывает возможные риски поставщиков и потребителей услуг согласно введенным выше определениям. На уровне реализации риск-краулер представляет собой программного агента, перемещающегося по вершинам графа сервисов в режиме реального времени и проверяющего надежность каждой вершины в плане отсутствия утечек инфраструктурного возврата.

Рассмотрим модель посреднического сервиса подробнее на примере риск-краулера поставщика цифровых услуг, связанных с недостатком спроса. Поставщику необходимо повышать эффективность загрузки введенной в действие цифровой инфраструктуры в конкурентной среде, снижая расходы на ее эксплуатацию  $V(\Delta\tau_n)$  и повышая доходы от ее использования  $NPV$ . В этом смысле  $NPV$  дает абсолютную оценку эффективности функционирования поставщиков услуг на базе цифровой платформы.

При этом основные риски будут связаны с внутренней конкуренцией поставщиков, когда при высоком потоке обращений на долю определенного поставщика приходится меньше контрактов по сравнению с конкурентами.

Такую оценку риска можно сформулировать в виде отношения суммарного количества оказываемых на периоде услуг к общему количеству запросов на данную услугу:

$$F_n^{(P)}(p_n, s_{i^*}, \Delta\tau_n) = \frac{\sum_{j,k} f_{i,n}(s_i, p_n) \cdot e_{i,j,k} \cdot \delta(i_{i,j,k} \in \Delta\tau_n) \cdot \delta(s_i = s_{i^*})}{\sum_{j,k} d_{i,j,k} \cdot \delta(i_{i,j,k} \in \Delta\tau_n) \cdot \delta(s_i = s_{i^*})}. \quad (12)$$

Этот риск характеризует отсутствие (или потерю) инфраструктурного возврата, что важно в рамках рассматриваемой проблемы.

$$F_n^{(R)}(p_n, s_{i^*}, \Delta\tau_n) = \frac{\sum_{j,k} e_{i,j,k} \cdot \delta(i_{i,j,k} \in \Delta\tau_n) \cdot \delta(s_i = s_{i^*}) \cdot \delta\left(\sum_m b_{i,m}(s_i, h_m) = 0\right)}{\sum_{j,k} d_{i,j,k} \cdot \delta(i_{i,j,k} \in \Delta\tau_n) \cdot \delta(s_i = s_{i^*})}. \quad (13)$$

Для снижения рисков предлагается поддержка принятия решений по совершенствованию качества услуг или снижению стоимости для повышения спроса. Также могут использоваться средства контекстной рекомендации потенциальным потребителям в рамках цифровой платформы.

На основе предложенной модели была разработана система поддержки принятия решений по оценке перспективности и инвестиционной привлекательности инновационных проектов в современных условиях. Инновационный характер выполнения проектов в данном случае определяется стеком применяемых информационных технологий, от которых в рамках цифровой экономики ожидаются ключевые преимущества. Необходимо подчеркнуть важность разработки и применения предложенного подхода к обоснованию проектов в области цифровой экономики, так как практика резкого перехода и масштабных инвестиций часто приводит к неконтролируемому росту убытков инвестора и общей дискредитации идеи цифровизации.

С этой точки зрения управление инновационными проектами цифровой экономики сводится к стимулированию цифровых платформ, обеспечивающих эмиссию сервисов и мотивации проектов, обеспечивающих максимальный инфраструктурный возврат. При оценке проектов целесообразно производить разделение затрат на инфраструктурные и сервисные и выделять специальный уровень формирования вторичных сервисов в типовом информационном проекте создания цифровой платформы.

Это позволит выделять точки «кристаллизации» вторичных сервисов, в том числе формирующих основу «магазина приложений». Такая возможность появляется при наличии инфраструктуры, больших очищенных, желательно «собственных» данных, набора технологических (производственных, логистических, сбытовых) приложений, которые также нужно создать или приобрести согласно приемлемой модели затрат, формирующих объектные модели для использования вторичными сервисами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенные в статье модели иллюстрируют возможности применения методов и средств анализа неэквилибриальных временных рядов для мониторинга, прогнозирования и управления в цифровых социальных и экономических системах. Предложенные модели виртуального посреднического оператора, инфраструктурного возврата, риск-краулера и профит-краулера могут быть полезны разработчикам и специалистам по внедрению современных информационно-коммуникационных технологий в рамках развития цифровой экономики в России.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Digital Russia. New Reality. [Online] / Digital McKinsey, July 2017, - 133 p. <https://www.mckinsey.com/ru/our-work/mckinsey-digital>
2. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р
3. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами: учебник / Под ред. Д.А. Новикова. – М.: ЛИБРОКОМ, 2009. – 264 с.
4. Бурков В.Н., Губко М.В., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Теория управления организационными системами и другие науки об управлении организациями // Проблемы управления. – 2012. – № 4. – с. 2 – 10
5. Романенко Г.С., Савченко И.Г., Юшутин Ю.Ф. Проблемы организации межведомственного информационного взаимодействия федеральных и региональных органов исполнительной власти // Информатизация и связь. – 2017. – № 1. – с. 96 – 101
6. Гамзабеков Р.Р., Почуев В.Г. Перспективы развития

- системы межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ) // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 12-3 (89-3). – с. 935 – 938
7. Каменщиков А.А., Олейников А.Я., Разинкин Е.И., Чусов И.И., Широкова Т.Д. Обеспечение interoperability в области электронной коммерции // Журнал радиоэлектроники. – 2015. – № 6. – с. 14
  8. Delmolino K. et al. Step by step towards creating a safe smart contract: Lessons and insights from a cryptocurrency lab // International Conference on Financial Cryptography and Data Security. – Springer Berlin Heidelberg, 2016. – p. 79 – 94
  9. Колодня Г. Цифровая экономика: особенности развития в России // Экономист, 2018. – № 4. с. 63 – 69
  10. Никушов С.И. Развитие адаптивных потоков в цифровой экономике // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2016. – № 4. – с. 168 – 172
  11. Прохоров С.А. Прикладной анализ случайных процессов / под ред. С.А. Прохорова. – Самара: Издательство СНЦ РАН, 2007. – 582 с.
  12. Иващенко А.В. Управление взаимодействием персонала предприятия в многоакторной интегрированной информационной среде // Программные продукты и системы, 2012. № 3. С. 18 – 22
  13. Прохоров С.А., Федосеев А.А., Иващенко А.В. Автоматизация комплексного управления безопасностью предприятия / Самара: СНЦ РАН, 2008 – 55 с., ил.
  14. Ivaschenko A. Multi-agent solution for business processes management of 5PL transportation provider // Lecture Notes in Business Information Processing, Vol. 170, 2014, Springer International Publishing. – pp 110 – 120
  15. Иващенко А.В., Сюзин И.А. Управление виртуальным посредническим оператором в сфере услуг // Системы управления и информационные технологии. – 2015. – № 1(59). – с. 90 – 94
  16. Иващенко А.В., Корчивой С.А. Построение программной инфраструктуры сферы услуг в условиях цифровой экономики // Программные продукты и системы, 2018. – № 4. – с. 692 – 696

## INFRASTRUCTURAL MODELS OF DIGITAL ECONOMY

© 2018 A.V. Ivaschenko<sup>1</sup>, S.A. Korchivoy<sup>2</sup>, S.A. Prokhorov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Samara State Technical University

<sup>2</sup> Radio Research and Development Institute, Moscow

<sup>3</sup> Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov

There is proposed a series of models for information and communication infrastructure of digital economy, built on the basis of the implementation of a technology of statistical analysis of non-equidistant time series. The models are intended for implementation of software systems and situational centers for monitoring, control, forecasting and management in various problem domains. The paper summarizes an experience of developing automated research systems and software applications for management in transport logistics, social systems and safety control at research and development enterprises. Research results can be used for automated decision-making support in digital social and economic systems. The proposed models of a virtual intermediary operator, infrastructural return, risk-crawler and profit-crawler can be useful to developers and engineers of modern information and communication technologies under the framework of the development of digital economy in Russia.

Keywords: digital economy, virtual intermediary operator, infrastructural return.

Anton Ivaschenko, Dr.Tech.Sc., Professor, Professor of "Computer Science" Department.

E-mail: anton-ivashenko@yandex.ru

Stanilav Korchivoy, External Doctoral Candidate.

E-mail: kor28@mail.ru

Sergey Prokhorov, Dr.Tech.Sc., Professor, Chair of "Information Systems and Technologies". E-mail: sp@smr.ru