

# ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО

3

2020

## Искусственный интеллект на службе обществу

Искусственный интеллект для анализа  
кризисных ситуаций

Новая роль опорных университетов  
в период цифровизации высшего  
образования

Проблемы цифровизации в АПК и их  
возможные решения

Обучение роботов с искусственным  
интеллектом

Модель архитектуры нейронной сети для  
обработки разнородной информации

Слово главного редактора

## ФОРУМ «ЦИФРОВИЗАЦИЯ» – ОБСУЖДАЕМ ТРЕНДЫ И ОРИЕНТИРЫ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ

**Ершова Татьяна Викторовна**

*Кандидат экономических наук*

*МГУ имени М.В. Ломоносова, Национальный центр цифровой экономики, директор*

*Научно-аналитический журнал «Информационное общество», главный редактор*

*Член Союза журналистов России*

*Член Международной федерации журналистов*

*Москва, Российская Федерация*

*info@infosoc.ru*

С 2018 года в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова по инициативе Национального центра цифровой экономики проводится форум «Цифровизация». Он задуман как ежегодное мероприятие, на котором всем заинтересованным сторонам предоставляется площадка для обсуждения мировых и отечественных достижений в области развития и использования цифровых (в том числе сквозных) технологий, распространения научной информации и практических решений, знакомства с передовыми разработками и лучшими практиками в области развития и использования цифровых технологий, установления новых научных и деловых связей.

Первый форум прошел 3-5 декабря 2018 года, второй – 28-29 октября 2019 года. Он собрал более 2000 человек, и его деловая программа включала 48 тематических секций, 9 мастер-классов, и экспозону с 15-ю стендами. Количество спикеров форума составило 288 человек. Аудитория форума включала представителей 45 университетов из 18 регионов России, 30 научных организаций системы РАН, более 50 иных научных организаций, 30 организаций государственного сектора из 15 регионов России, а целого ряда российских, японских, китайских, американских и германских коммерческих компаний и некоммерческих организаций, профессиональных объединений. Информационными партнерами форума стали 40 организаций и изданий.

Настоящий номер сформирован из статей, написанных для публикации в нашем журнале на основе докладов форума «Цифровизация – 2019». Отрадно, что большая часть этих статей подготовлена авторами из регионов.

Исследователи из Псковского государственного университета представили две работы, одна из которых рассматривает ключевые проблемы и перспективы цифровой трансформации высшего образования (Инна Андреевна), вторая посвящена развитию цифровых прав и компетенций работников в регионах России (Анна Рожкова). Коллеги из Пермского государственного исследовательского университета Андрей Кузнецов и Елена Никитина рассматривают некоторые проблемы высшего образования России в связи с актуальностью применения дистанционного образования в учебном процессе.

Автор из Новосибирска Евгений Брындин представил работу, посвященную роботам с искусственным интеллектом, а Алексей Потемкин из Орла предлагает архитектуру нейронной сети для обработки разнородной информации в Сети.

Ученые из ФИЦ ИУ РАН Дмитрий Черешкин, Григорий Ройзензон и Владимир Бритков представляют результаты анализа методов искусственного интеллекта с точки зрения возможности их использования для задач анализа риска в социально-экономических системах, а Феликс Ерешко и Виктор Меденников в сотрудничестве с Владимиром Кульбой из Института проблем управления РАН рассматривают научный подход к формированию единой цифровой платформы АПК на основе соответствующей математической модели.

Таким образом, мы позиционируем этот номер как специализированный выпуск нашего журнала, отдающий дань одному из ключевых мероприятий в сфере развития цифровой экономики. Мы надеемся, что он внесет свой вклад в уточнение смыслов и векторов дальнейшей совместной работы власти, бизнеса, научно-образовательного сообщества и гражданского общества.

---

© Ершова Т.В., 2020. Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>

**Социально-экономические аспекты информационного общества****ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА: НОВАЯ РОЛЬ ОПОРНЫХ  
УНИВЕРСИТЕТОВ**

Статья рекомендована к публикации главным редактором Ершовой Т.В. 15.02.2020

**Андреянова Инна Валерьевна**

*Кандидат юридических наук, доцент*

*Псковский государственный университет, Институт непрерывного образования, директор*

*Псков, Российская Федерация*

*jurist-i@mail.ru*

**Аннотация**

*В статье представлены ключевые проблемы и перспективы цифровой трансформации образовательного пространства. Реакция на запросы цифровой экономики актуализирует роль опорных университетов в моделировании и создании образовательного контента.*

**Ключевые слова**

*цифровая трансформация, образовательное пространство, цифровой опорный университет, цифровая образовательная инфраструктура*

В рамках национального проекта «Цифровая экономика» проектного подхода моделирования образовательных концепций, цифровой трансформации образовательного пространства и стратегирования программных треков всех уровней образования предусмотрено достижение национальных показателей согласно Указу Президента от 07.05.2018 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

Актуализация роли опорного университета выражена цифровой трансформацией и моделированием образовательного контента, стратегическим управлением образовательными процессами, организации институциональных решений в запуске механизма обеспечения цифровой образовательной инфраструктуры.

На сегодня стремительная динамика рынка IT (25% в год) в применении блокчейн «распределённого реестра» (в России запущены платформ «Мастерчейн», «Активный гражданин») с шифрованием RSA и ECDSA в сегментах мастерчейна, токенов, майнинга, смарт-контрактов банковской, страховой и коммерческой деятельности [1, с.95-96] требует цифровые компетенции на уровне профессионального пользователя.

Однако наблюдается проблема дефицита актуальных специалистов, профессий, недостаточный уровень образовательной диверсификации по реализации и продвижению конкурентных образовательно-технологических программ. Указанная проблема является системной на всех уровнях в силу очевидных, лежащих на поверхности, проблем: низкой технологичности образовательных организаций, консервацией образовательных норм, стандартов и квалификационных требований к выпускникам, недостаточной диверсификацией финансирования.

Стратегическим вызовом для опорного университета выступает достижение показателей федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» [4] в части подготовки специалистов по компетенциям цифровой экономики (далее – ЦЭ) в рамках государственной системы персональных цифровых сертификатов (далее – ПЦС). Для выпускников, обладающих общемировым уровнем цифровых навыков (см. табл.1), предусмотрена система стимулирования поступления в образовательные учреждения высшей школы [3]. В перспективе владение и применение актуальными профессиональными компетенциями позволит повысить конкурентоспособность специалистов в обеспечение цифровых правоотношений и информационной безопасности цифрового профиля.

© Андреянова И.В., 2020. Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>

Таблица 1. Рамка обучения на основе ПЦС

Год	Обучение специалистов по компетенциям цифровой экономики (тыс. чел.)	Обучение в рамках государственной системы персональных цифровых сертификатов (тыс. чел)
2019	30	5
2021	105	160
2024	270	1000

В целях удовлетворения запроса потребуются значительные технологические инвестиции (120 млрд руб.) при запуске «сквозных» цифровых программных решений, обеспечивающих цифровую инфраструктуру в образовательной системе. В свою очередь, тренд цифровой трансформации образовательной системы, очевидно, служит катализатором и диверсификации и запуска сети актуальных образовательных треков. Образовательная диверсификация, предполагаем, позволит актуализировать классический фундаментальный уровень естественных наук на основе междисциплинарного модульного решения образовательных программ в условиях сетевого, корпоративного и организационно-правового партнерства образовательных учреждений, государственных органов и стратегических партнеров – заказчиков конкурентоспособных специалистов, в том числе диверсификацией альтернативным финансированием (грантами).

Предлагаем стратегию достижения формата цифрового опорного университета, моделирующего и запускающего образовательные процессы на уровне целевых групп от выпускника до отраслевых стратегических партнеров на базовых информационных сервисах, цифрового маркетинга и управления в области цифровой трансформации образовательной инфраструктуры. При этом, в качестве составных элементов цифровой трансформации образовательной инфраструктуры могут служить: единая информационно-образовательная среда, цифровая структура академического управления, информационная технологическая оснащенность (см. рис.2).

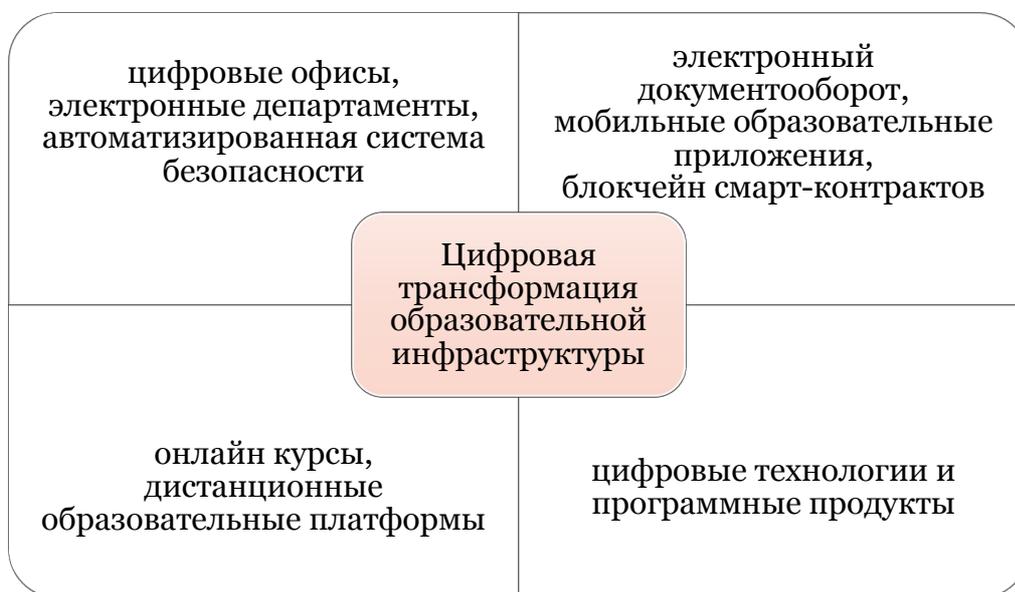


Рис. 2. Модель «Цифровой опорный университет»

В свою очередь, запуск указанной стратегии университета обусловлен институционализацией: организациями системы профессионального и научно-проектного наставничества, профилирующими площадками цифровых технологий, профильными государственными и муниципальными органами в области занятости, образования и социального обеспечения. Сетевая концентрация лидеров-IT Университета 20.35 создает перспективы организации проектных региональных и межрегиональных групп по форсированию IT Digital в информационно-образовательное пространство.

Механизм цифровой трансформации образования анализируется многими учеными и специалистами, в том числе Е.Н. Клочковой, Н.А. Садовниковой в области ИКТ, а также выявлении информационно-технологических перспектив в российской системе образования высшей школы [2]. Активное внедрение ИКТ в рамках профессий при подготовке специалистов обеспечивает механизм цифровой трансформации образовательной системы.

Проект механизма цифровой трансформации образовательной инфраструктуры императивно оснащен основным пакетом образовательного функционала и отдельных опций. Пакет образовательного функционала выражен в персонализации образовательных треков по скорости, интенсиву контента и адресации в формате «точек кипения», «клубов мышлений». В свою очередь, отдельные альтернативные опции Цифрового опорного университета направлены на стратегическую коллаборацию; акселерацию проектов с вовлечением специалистов, владеющих компетенциями в области сквозных технологий; на кадровое резервирование сетевых университетов, способных к управлению системными изменениями технологического развития.

Регионализация и распределение пакета образовательного функционала Цифрового опорного университета выражена структурными единицами (см. рис. 3) в реализации актуальных профессиональных стандартов, в том числе «Цифровой куратор» консалтинговой деятельности в информационно-образовательной среде, а также локализацией центров «IT-cube» (см. рис. 4) цифрового образования, в том числе дополнительного в рамках повышения квалификации и переподготовки.



Рис. 3. Реализация профессиональных стандартов [5]

В свою очередь, цифровое образование в формате «IT-cube» направлено на реализацию технологических треков, таких как: Samsung – мобильные разработки, технологии виртуальной и дополненной реальности, системное администрирование, программирование на С-подобных языках, Яндекс-Лицей «Основы программирования на языке Python», BigDate – искусственный интеллект.

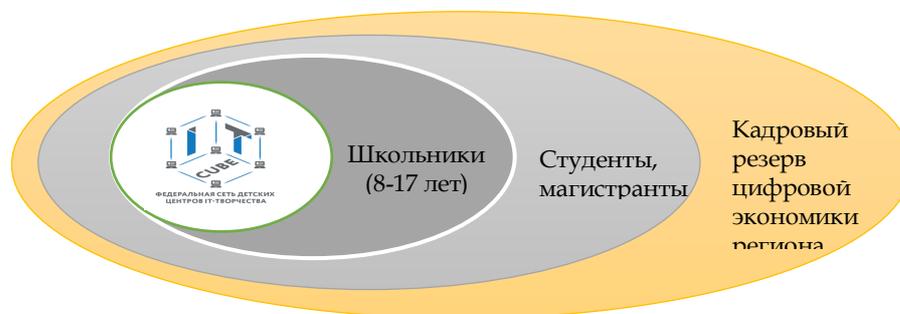


Рис. 4. Концепция запуска цифрового образования

Таким образом, в рамках национального проекта «Цифровая экономика», «Кадры для цифровой экономики» регионализация пакета образовательного функционала Цифрового

опорного университета обеспечит ключевые показатели с учетом отраслевой принадлежности регионального рынка и образовательного пространства, перспективы трансформации и наполнения образовательного контента непрерывного решения.

Резюмируем, что обозначенные проблемы и перспективы обусловлены следующим:

- формированием цифровой образовательной инфраструктуры и ее диверсификацией;
- стратегией становления Цифрового опорного университета в системе институциональных решений, механизмом цифровой трансформации образовательной системы, регионализацией и распределением пакета образовательного функционала.

Указанные тренды и запросы цифровой экономики актуализируют роль Цифрового опорного университета в трансформации образовательной деятельности по достижению показателей цифровой трансформации информационно-образовательного пространства.

## Литература

1. Заколдаев Д. А., Ямщиков Р. В., Ямщикова Н. В. Технология блокчейн в России: достижения и проблемы // Вестник МГОУ. 2018. №2. С.93-107.
2. Клочкова Е.Н., Садовникова Н.А. Трансформация образования в условиях цифровизации // Открытое образование. 2019. №4. С.13-22.
3. Макаркина Н. До конца 2020 года в РФ появится система персональных сертификатов на обучение детей и взрослых компетенциям цифровой экономики. 21.02.2018. URL: <https://asi.ru/news/89352>.
4. Паспорт федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» (утв. президиумом Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности, протокол от 28.05.2019 N 9).
5. Профстандарт: 06.044 «Консультант в области развития цифровой грамотности населения (цифровой куратор)» (зарегистрировано в Министерстве юстиции РФ 19.11.2018, N 52725).

## DIGITAL ECONOMY: NEW ROLE OF FLAGSHIP UNIVERSITIES

**Andreyanova Inna Valeryevna**

*Candidate of law, associate professor  
Pskov State University, Institute of Continuing Education, director  
Pskov, Russian Federation  
jurist-i@mail.ru*

### Abstract

*The article presents the key problems and prospects of digital transformation of the educational environment. The response to the demands of the digital economy actualizes the role of flagship universities in modeling and creating educational content.*

### Keywords

*digital transformation, educational environment, digital flagship university, digital educational infrastructure*

### References

1. Zakoldayev D. A., Yamshchikov R. V., Yamshchikova N. V. Tekhnologiya blokcheyn v Rossii: dostizheniya i problemy // Vestnik MGOU. 2018. №2. S.93-107.
2. Klochkova Ye.N., Sadovnikova N.A. Transformatsiya obrazovaniya v usloviyakh tsifrovizatsii // Otkrytoye obrazovaniye. 2019. №4. S.13-22.
3. Makarkina N. Do kontsa 2020 goda v RF poyavitsya sistema personal'nykh sertifikatov na obucheniye detey i vzroslykh kompetentsiyam tsifrovoy ekonomiki. 21.02.2018. URL: // <https://asi.ru/news/89352>.
4. Pasport federal'nogo proyekta «Kadry dlya tsifrovoy ekonomiki» (utv. prezidiumom Pravitel'stvennoy komissii po tsifrovomu razvitiyu, ispol'zovaniyu informatsionnykh tekhnologiy dlya uluchsheniya kachestva zhizni i usloviy vedeniya predprinimatel'skoy deyatel'nosti, protokol ot 28.05.2019 N 9).
5. Profstandart: 06.044 «Konsul'tant v oblasti razvitiya tsifrovoy gramotnosti naseleniya (tsifrovoy kurator)» (zaregistrovano v Ministerstve yustitsii RF 19.11.2018, N 52725).

Социально-экономические аспекты информационного общества

## ПЕРСПЕКТИВЫ ЗАНЯТОСТИ НАСЕЛЕНИЯ: ФОРМИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ПРАВ И КОМПЕТЕНЦИЙ

Статья рекомендована к публикации главным редактором Т.В. Ершовой 11.02.2020.

**Рожкова Анна Юрьевна**

Кандидат экономических наук, доцент  
Псковский государственный университет  
Псков, Российская Федерация  
annroz80@yandex.ru

### Аннотация

В условиях цифровой трансформации форм трудовой деятельности расширение профессиональных и цифровых компетенций в области гражданских и трудовых правоотношений служит императивом обеспечения социально-трудовых прав специалистов, а также осуществления правозащитной и правоохранительной деятельности.

### Ключевые слова

цифровые права, цифрового профиля компетенций, сеть альтернативных форм занятости, цифровые компетенции, конкурентоспособность специалиста

В условиях цифровой трансформации вопросы занятости населения становятся вновь актуальными в ответ вызовам очередной перестройки форм трудовой деятельности [7, с.11-18]. В отличие от циклических процессов реструктуризация трудовых в цифровые правоотношения обусловлена запуском с 2020 года цифровых институтов, таких как электронные трудовые книжки, смарт-договоры, электронная подпись, учет и защита персональных данных, электронный учет профессионально-трудового стажа и уровня образования.

На 2019 год «взамен исчезнувшим пришли новые специалисты – «креативный класс» альтернативных форм занятости – создающие интеллектуальный и символический капитал (см. рис. 1), что составляет пока в 2 раза меньше по сравнению с развитыми государствами [1]. Так, по данным опроса «Будущее рынка труда» в Китае, Германии, США, Великобритании в среднем только 71,5 % специалистов готовы к цифровой трансформации занятости [2].

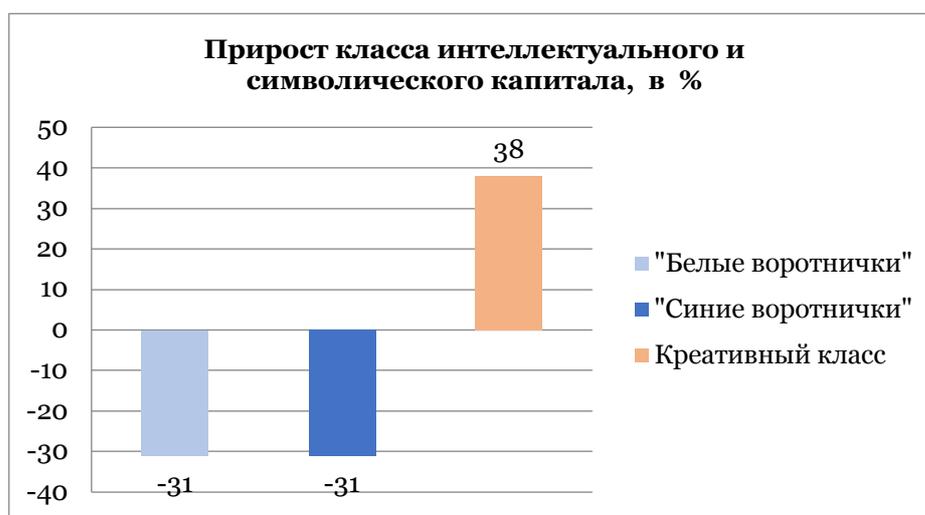


Рис. 1. Динамика роста интеллектуального и символического капитала, в %

© Рожкова А.Ю., 2020. Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>

В условиях цифровой трансформации значим мониторинг социально-экономической стабилизации в регионах России (см. рис. 2) по выявлению признаков становления сети альтернативных форм занятости (далее – САФЗ) интеллектуального капитала, в том числе в качестве профессиональной доходной деятельности по дополнительным соглашениям к трудовому договору и договорам гражданско-правового характера. На рис. 2 по сравнению с Архангельской и Ленинградской областями наименьший показатель имеет Псковская область в силу значительного ее отставания по численности населения.

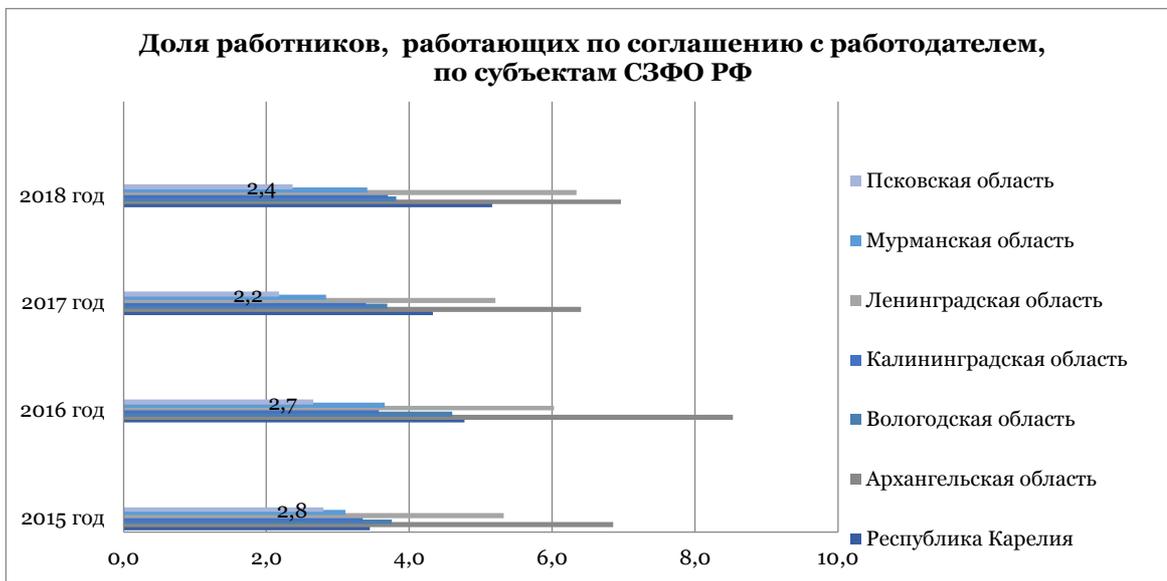


Рис. 2. Динамика формирования дополнительных гражданско-правовых отношений альтернативных форм занятости

Однако, сеть альтернативных форм занятости имеет предпосылки развития на основе временной, неполной, дистанционной, электронной занятости и самозанятости с учетом принципов свободы распоряжения временным, технологическим ресурсом и эффективности профессионально-трудовой деятельности специалистов преимущественно непроизводственных отраслей, что показано на рис. 3 [6].

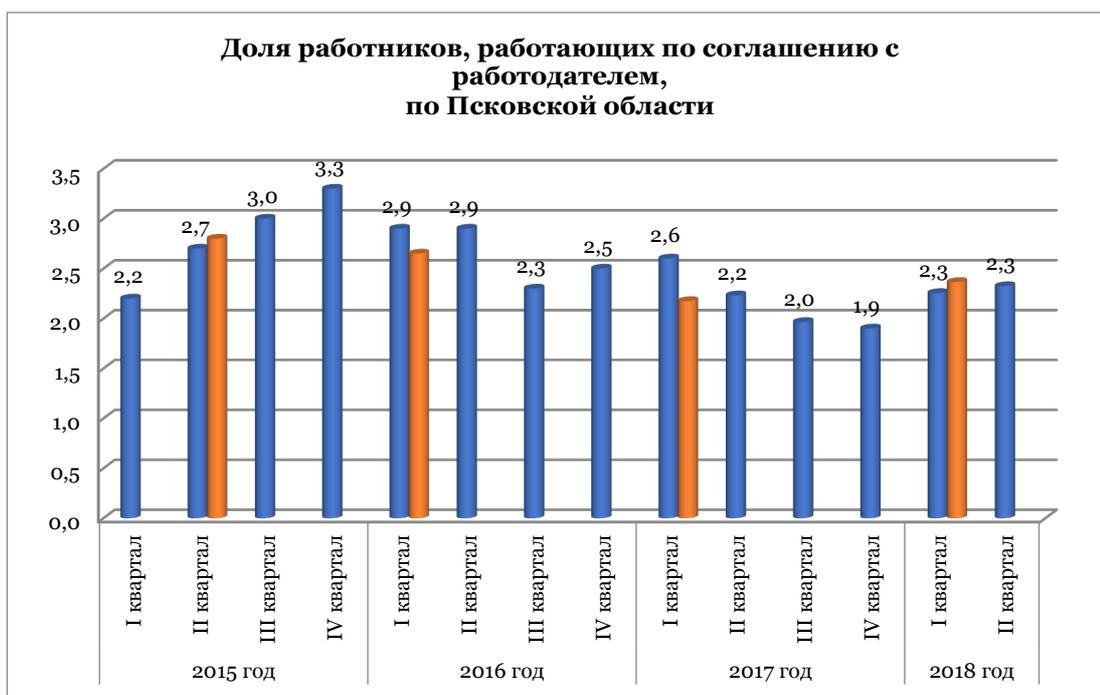




Рис. 3. Динамика формирования дополнительных гражданско-правовых отношений альтернативных форм занятости Псковской области

На примере Псковской области в 2018 году на основании актуальных данных (см. рис. 3) очевидно формирование правоотношений альтернативных форм занятости, в том числе дополнительных. По существу цифровая трансформация профессионально-трудовой деятельности служит катализатором активизации сети альтернативных (в том числе цифровых) форм занятости в результате осуществления профессиональной деятельности специалистами на электронных площадках и цифровых платформах. При этом, по мнению исследователей, на основе актуализации профессиональных стандартов [3, с. 33] подобного рода деятельность обусловлена внедрением цифрового профиля профессиональных компетенций<sup>1</sup> и формирования цифровых трудовых правоотношений (ст. 15.1 ТК РФ).

Сетевая модель занятости предполагает виртуальную мобильность, цифровую интеграцию и трудовую миграцию, позволяющая применить такие формы как рекрутинг, аутстаффинг, фрилансинг, обеспечивающие минимальные инфраструктурные затраты. Такая модель особенно актуальна для депрессивных регионов, с инерцией и догоняющего характера. Однако, внедрение IT-технологий потребует значительных вложений, а также фискальных и кредитных стимулов по формированию технологической и цифровой инфраструктуры, иначе присутствует риск роста латентной безработицы и теневого занятости населения.

Согласно ч. 1 ст. 2 Закона № 473-ФЗ<sup>2</sup> и Постановления Правительства РФ № 614<sup>3</sup> предусмотрена инновационная инфраструктура с размещением центров трансфера электронных технологий, в том числе цифровых, что является по нашему мнению одним из способов государственной поддержки работодателей в российских регионах опережающего типа социально-экономического развития, которые активно участвуют в трудоустройстве и созданию конкурентоспособных дистанционных рабочих мест.

<sup>1</sup> Паспорт федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» (утв. президиумом Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности, протокол от 28.05.2019 № 9).

<sup>2</sup> Федеральный закон «О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации» от 29.12.2014 № 473-ФЗ.

<sup>3</sup> Постановление Правительства РФ от 22.06.2015 № 614 (ред. от 26.04.2017) «Об особенностях создания территорий опережающего социально-экономического развития на территориях монопрофильных муниципальных образований Российской Федерации (моногородов)».

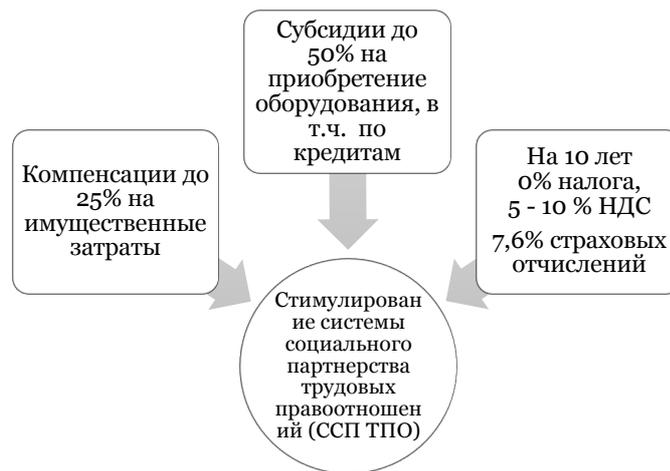


Рис. 4 Комплекс мер стимулирования системы ССП ТПО

В свою очередь, нормой ч. 3 ст. 18.1 Закона о занятости населения в РФ № 1032-1 указано право юридических лиц разных категорий обеспечивать трудоустройство с применением альтернативных форм занятости, где могут быть предусмотрены налоговые уступки (ч. 3,4 ст. 284.4 НК РФ) (см. рис.3). Норма ст. 341.2 ТК РФ указывает индивидуальных предпринимателей как субъектов, наделенных правами принимающей стороны работников по выполнению трудовых функций, в том числе иностранных трудовых мигрантов согласно нормам квотирования по отраслевому признаку регионов России. Значительными привилегиями обладают работники – иностранные граждане у резидентов территории опережающего социально-экономического развития (ст. 351.5 ТК РФ). На основании рассматриваемой нормы предусмотрено заключение трудовых договоров и дополнительно по соглашению сторон гражданско-правовых договоров. При этом согласно Закону<sup>4</sup> от 27.11.2018 № 422 альтернативные формы занятости выступают отдельной формой профессиональных доходов самозанятых лиц. В целом, указанные трудовые предпосылки становления САФЗ вполне соответствуют процессам цифровой трансформации на рынке труда.

В свою очередь, на уровне пользователя цифровых технологий для трудовых специалистов значимо формирование цифровых компетенций для онлайн-заключения гражданско-правовых и трудовых договоров, ведения электронной книжки, осуществления государственной регистрации в качестве самозанятого лица, обращения в государственные органы и подачи исковых заявлений по трудовым и гражданским спорам, заполнения электронной налоговой декларации и пр.

Так, электронный документооборот предусматривает введение электронной трудовой книжки в соответствии со ст. 66.1 ТК РФ: «это сведения о трудовой деятельности работника, содержащиеся в информационной системе ПФР и формируемые на основе представляемой работодателями информации». Предполагается расширить перечень сведений, которые в настоящее время отправляются работодателями в ПФР, данными об образовании и квалификации работников. Подготовлен законопроект о персонифицированном учете, предусматривающий включение в индивидуальные лицевые счета, открытые для каждого застрахованного лица, нового раздела «Сведения о трудовой деятельности (электронная трудовая книжка)».

Однако, на сегодня остро стоит проблема латентности правонарушений и преступлений, связанных с цифровой трансформацией гражданских и трудовых правоотношений. Например, у государственных гражданских служащих, действующих в рамках трудовых правоотношений, и должностных лиц контрольно-надзорных, правоохранительных государственных органов не достаточно цифровых компетенций по выявлению состава правонарушений и/или преступлений, например, в отношении цифровых сделок, связанных с защитой электронных подписей сторон договора, или условий договора, или хищением имущества [5].

По мнению авторов С.А. Шемшуриной, М.Н. Переваловой, Л.В. Мезенцевой [8, с.159-160] в области трудовой деятельности актуальны следующие проблемы:

- низкий спрос на прежние профессии в связи с их несоответствием технологическим внедрениям и созданием дистанционных (альтернативных) рабочих мест;

<sup>4</sup> Федеральный закон от 27.11.2018 № 422-ФЗ «О проведении эксперимента по установлению специального налогового режима «Налог на профессиональный доход» в городе федерального значения Москве, в Московской и Калужской областях, а также в Республике Татарстан (Татарстан)».

- устаревший формат профессионально-трудового мышления и деятельности прежних специалистов на рабочих местах;
- нестабильные правовые институты по становлению сети альтернативных форм занятости.

Имеются проблемы инерционности и консервативности нормативных требований к специалистам, которые отражены в государственных образовательных и профессиональных стандартах и затормаживают запуск востребованных образовательных программных продуктов для подготовки конкурентоспособных специалистов. Современные образовательные продукты могут позволить расширить профессиональные компетенции и сформировать цифровые, интеграционные, межотраслевые умения и навыки в ходе непрерывного образовательного маршрута. В условиях технологической инфраструктуры, государственных сервисов, интеграционных решений по принципу «одного окна» уместны сетевые решения образовательных маршрутов, трансфер профессионально-цифровых платформ и программных решений в рамках стратегического партнерства с работодателями.

В целом, нами предложена линейка организационно-образовательных стратегий:

- генерация и проведение альтернативных форм образовательных маршрутов в едином профессионально-образовательном цифровом пространстве;
- аттестация и сертификация специалистов вследствие имплементации в нормы профессиональных стандартов цифрового профиля компетенций;
- повышение эффективности сотрудничества с работодателями в рамках договорных правоотношений при разработке сетевых корпоративных и образовательных продуктов, обеспечении совместных профессионально-экзаменационных площадок и цифровых платформ для практико-ориентированных треков;
- привлечение работодателей к альтернативными формами финансирования, таких как гранты, средства фондов в рамках национальных и региональных программ социального партнерства в обеспечении трудоустройства и внедрения дополнительных альтернативных форм занятости.

Модернизация образовательного и правового инструментария в становлении цифрового и конкурентоспособного специалиста, по мнению А.В. Кашепова [4, с. 15-17], обусловлена применением таких программных продуктов, платформ и облачных решений как: системы корпоративного электронного документооборота, электронного «государства», дистанционного банковского обслуживания «Рейтер», мобильных приложений «Мой налог», трудоустройства «Чат-бот».

Таким образом, на основе анализа динамики показателей, правовой интерпретации норм выявлены и обоснованы предпосылки формирования сети альтернативных форм занятости. Данная сеть САФЗ обусловлена фактором внедрения цифровых технологий, становлением цифровых прав, цифрового профиля специалиста – все это может стимулировать повышение конкурентоспособности участников профессионально-трудовой деятельности. Указанные аспекты формирования цифровых прав и компетенций специалистов сопряжено с императивом становления цифровых и правовых институтов в условиях доступности и открытости правовой информации электронного правительства. Очевидно, что особенности и перспективы САФЗ не исчерпаны и предполагают в дальнейшем правовую оценку правоприменительной практики по внедрению новых правовых инструментов электронных трудовых правоотношений.

## Литература

1. Андрей Заутер Forbes Contributor. Как цифровая трансформация изменит рынок труда в России // URL: <https://www.forbes.ru/karera-i-svoy-biznes/371537-kak-cifrovaya-transformaciya-izmenit-rynok-truda-v-rossii>.
2. Будущее рынка труда «Противоборство тенденций, которые будут формировать рабочую среду в 2030 году» // <https://www.pwc.ru/ru/publications/workforce-of-the-future-rus.pdf>.
3. Воронин Э. Е., Махметова А.-Ж. Е., Попова Л. Ф. Актуализация профессиональных стандартов специалистов по управлению качеством в условиях цифровизации экономики // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2018. №5. С.31-34.
4. Кашепов А. В. Трансформация занятости в цифровой экономике. Вестник российского нового университета. Серия: человек и общество. 2018. №2. С.11-17.

5. ООО Ассоциация юристов России. Комиссия по правовому обеспечению Цифровой экономики. Заключение по вопросам правоприменительной практики в сфере цифровых и виртуальных активов: Уголовно-правовые аспекты. Работа Комиссии. 10.09.2019.
6. URL:  
[http://www.rosstat.gov.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour\\_force/](http://www.rosstat.gov.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour_force/)
7. Цифровая экономика: проблемы правового регулирования : монография / коллектив авторов ; отв. ред. В.В. Зайцев, О.А. Серова. Москва : КНОРУС, 2019. – 200 с.
8. Шемшурина С.А., Перевалова М.Н., Мезенцева Л.В. Рынок труда: проблема подготовки специалиста в сфере юриспруденции через формирование необходимых компетенций // Вестник ВУиТ. 2019. №1. С. 158-162.

# EMPLOYMENT PROSPECTS: THE FORMATION OF DIGITAL RIGHTS AND COMPETENCIES

**Rohzkova Anna Yurievna**

*Candidate of economic sciences, associate professor  
Pskov State University  
Pskov, Russian Federation  
annroz80@yandex.ru*

## Abstract

*In the digital transformation of labor forms, the actualization of professional and digital competencies serves as an imperative to ensure the social and labor rights of civil and labor professionals, as well as human rights and law enforcement.*

## Keywords

*digital rights, digital competency profile, network of alternative employment forms, digital competencies, professional competitiveness*

## References

1. Andrey Zauter Forbes Contributor. Kak tsifrovaya transformatsiya izmenit rynek truda v Rossii // URL: <https://www.forbes.ru/karera-i-svoy-biznes/371537-kak-cifrovaya-transformatsiya-izmenit-rynek-truda-v-rossii>.
2. Budushcheye rynka truda «Protivoborstvo tendentsiy, kotoryye budut formirovat' rabochuyu sredu v 2030 godu» // <https://www.pwc.ru/ru/publications/workforce-of-the-future-rus.pdf>.
3. Voronin E. Ye., Makhmetova A.-ZH. Ye., Popova L. F. Aktualizatsiya professional'nykh standartov spetsialistov po upravleniyu kachestvom v usloviyakh tsifrovizatsii ekonomiki // Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta. 2018. №5. S.31-34.
4. Kashepov A. V. Transformatsiya zanyatosti v tsifrovoy ekonomike. Vestnik rossiyskogo novogo universiteta. Seriya: chelovek i obshchestvo. 2018. №2. S.11-17.
5. OOO Assotsiatsiya yuristov Rossii. Komissiya po pravovomu obespecheniyu Tsifrovoy ekonomiki. Zaklyucheniye po voprosam pravoprimeritel'noy praktiki v sfere tsifrovyykh i virtual'nykh aktivov: Ugolovno-pravovyye aspekty. Rabota Komissii. 10.09.2019.
6. [http://www.rosstat.gov.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour\\_force/](http://www.rosstat.gov.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour_force/)
7. Tsifrovaya ekonomika: problemy pravovogo regulirovaniya : monografiya / kollektiv avtorov ; otv. red. V.V. Zaytsev, O.A. Serova. Moskva : KNORUS, 2019. — 200 s.
8. Shemshurina S.A., Perevalova M.N., Mezentseva L.V. Rynek truda: problema podgotovki spetsialista v sfere yurisrudentsii cherez formirovaniye neobkhodimyykh kompetentsiy // Vestnik VUiT. 2019. №1. S. 158-162.

**Социально-экономические аспекты информационного общества****ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ  
АНАЛИЗА РИСКА В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ****Черешкин Дмитрий Семенович***Доктор технических наук**Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, Институт системного анализа**Москва, Российская Федерация**dchereshkin@yandex.ru***Ройзензон Григорий Владимирович***Кандидат технических наук**Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, Институт системного анализа**МФТИ**МЭИ**Москва, Российская Федерация**rgv@isa.ru***Бритков Владимир Борисович***Кандидат физико-математических наук**Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, Институт системного анализа**Москва, Российская Федерация**britkov@mail.ru***Аннотация**

*В работе проведен анализ методов искусственного интеллекта (ИИ) с точки зрения возможности их использования для задач анализа риска в социально-экономических системах (СЭС). Представлены основные определения понятий риска, искусственного интеллекта, свойств СЭС, характеристик задач стратегического выбора. Рассмотрены четыре основных подхода измерения риска – инженерный, модельный, экспертный и социологический. Предлагается увязать в рамках построения единой классификации свойства СЭС, методы ИИ, а также способы измерения риска.*

**Ключевые слова**

*социально-экономические системы, стратегические решения, кризисные ситуации, антикризисное управление, управление рисками, искусственный интеллект*

**Введение**

Кризисы и предшествующие им кризисные ситуации (КС) — неизменный спутник эволюции всех составляющих жизнедеятельности в социально-экономических системах (СЭС). Предвидение КС и принятие мер по предотвращению кризисов или смягчению их последствий были и остаются наиболее актуальными проблемами современности.

Одним из наиболее перспективных направлений решения этих проблем является разработка методологической базы и методического инструментария управления рисками возникновения КС в СЭС. Реализация управления рисками в системах управления СЭС возможна только при наличии надежного инструментария, прогнозирования и оценки рисков возможных негативных последствий стратегических решений, ведущих к возникновению КС.

Представленная статья направлена на создание методологической и методической базы решения проблемы оценки и управления рисками возникновения кризисных ситуаций в СЭС,

---

© Черешкин Д.С., Ройзензон Г.В., Бритков В.Б., 2020. Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>

действующих в условиях высокой степени неопределенности. Для решения поставленной задачи необходимо провести анализ и выявить общие свойства и закономерности функционирования СЭС различной природы как объектов управления, действующих в условиях предкризисных и кризисных ситуациях. Кроме того, важными направлениями исследований являются анализ причин возникновения КС в СЭС различной природы, а также классификация кризисных ситуаций в СЭС [49].

За последние более чем 100 лет предпринималось несколько попыток создания общей теории риска. Прежде всего, необходимо отметить пионерские работы А.А. Богданова по тектологии [5]. Важно отметить, что в работах А.А. Богданова в 20-е годы прошлого века не только была предложена одна из первых классификаций кризисов, но также фактически заложены основы теории систем и кибернетики – это особенно удивительно, т.к. в начале прошлого века вообще еще не было никаких концепций разработки вычислительной техники. Ценность работ А.А. Богданова по тектологии как раз и заключается в первой попытке объединить в рамках единой теории самые разные области человеческого знания: как естественно научного, так и гуманитарного. В соответствии с определением А.А. Богданова кризис – это смена организационной формы комплекса. Богданов разделяет кризисы на две основные категории (С и D). Первая категория (С) кризисов возникает из нарушения полных дезингрессий, т.е. разрыва тектологических границ, что приводит к образованию новых связей в рамках системы (комплекса). Вторая категория, напротив, возникает из образования полных дезингрессий, создания новых границ там, где их не было, т.е. из разрыва связей. Первая категория поэтому обозначается как «кризисы С», т.е. конъюгационные, соединительные; вторая категория – как «кризисы D», т.е. «дизъюнктивные», разделительные. Разработанная классификация позволила А.А. Богданову сформулировать еще одно определение кризиса. Кризис есть нарушение равновесия и в то же время процесс перехода к некоторому новому равновесию. Определенное развитие идей А.А. Богданова представлено в работе В.В. Артюхова [3]. В указанной работе рассматриваются три типа кризисов, а именно: m-кризисы, вызванные преобразованием «первичных» элементов, например, исчезновением одной из групп элементов; r-кризисы, вызванные перестройкой характерных для системы отношений; z-кризисы, вызванные изменением условий, ограничивающих эти отношения.

Для разработки современной общей теории риска представляется важным проанализировать различные подходы прогнозирования [45]. Методы прогнозирования можно разделить на две большие группы. Первую группу составляют формальные методы прогнозирования. К их числу можно отнести регрессионный анализ [10, 11], построение различных математических моделей [1, 9, 10, 43], методы анализа временных рядов [10, 14, 50] и ряд других. Например, метод группового учета аргументов (МГУА) реализует ряд алгоритмов постепенного усложнения модели по правилам многорядной селекции [15].

Ко второй группе относятся методы экспертного прогнозирования [8, 35], а именно: методы, основанные на использовании многокритериальной теории полезности (МАУТ), например, метод ПАТТЕРН [21], метод «Дельфи» [53], методы вербального анализа решений (ВАР) [20, 23], ДСМ-метод [24, 25, 41] и ряд других.

Методы прогнозирования с точки зрения временного горизонта подразделяются на три категории, а именно: краткосрочные (тактические задачи), среднесрочные и долгосрочные (стратегические задачи).

Для решения задач прогнозирования различных экономических кризисов перспективным подходом является использование модели циклов Кондратьева [12]. Математическая модель циклов Кондратьева построена на основе аксиоматики, связывающей экономический рост с инвестициями и эффективностью инноваций. В частности, использование такой модели весьма актуально для развивающихся экономик, т.к. определяет предпочтительный временной интервал, например, восходящая фаза цикла Кондратьева в период растущего глобального спроса на продукцию новых технологий для осуществления различных реформ. Применительно именно к экономическим задачам неплохо себя зарекомендовали методы антикризисного управления [40, 42, 48]. Под антикризисным управлением СЭС понимается комплекс управляющих воздействий различного вида, формы и значения (политические, экономические, организационные и т.д.), реализация которых позволит вывести СЭС из возможного КС с наименьшим ущербом.

Многие проблемы, актуальные для антикризисного управления СЭС, существенно пересекаются с вопросами предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (emergency management) [16].

В современных условиях новые возможности для разработки теории риска связаны с применением методов искусственного интеллекта (далее ИИ) [28], что является важным развитием междисциплинарного тектологического подхода А.А. Богданова.

Представим основные определения для используемых терминов.

## 1 Основные определения

В общем случае под измерением риска понимают определение опасности от того или иного источника (вида деятельности) для индивидуума или группы [6, 19, 49].

Относительно определения научного направления ИИ дело обстоит несколько сложнее. Нужно признать, что какого-то одного устоявшегося и единодушно принятого научным сообществом определения к настоящему моменту не выработано. Разработано огромное количество различных определений ИИ, сравнение и анализ которых явно выходит за рамки представленной работы. По мнению авторов настоящей статьи, под ИИ понимается группа методов и подходов, которые ориентированы на решение слабоструктурированных задач [33].

Как и в случае определения научного направления ИИ, достаточно сложно сформулировать точное определение, что является социально-экономической системой (СЭС). Прежде всего, это связано с тем, что существует огромное количество определений понятия «системы» [37]. Поэтому конструктивным способом преодоления этой проблемы является попытка описать СЭС через некоторый набор свойств или признаков. Аналогичный подход был использован в работе [30] для определения большой системы, а также в работе [31] для построения многомерной классификации интеллектуальных модулей и в работе [17] для определения интеллектуального робота. Таким образом, если объект исследований полностью удовлетворяет определенным значениям по указанным признакам, он может рассматриваться как полноценная СЭС. Если удовлетворяет только частично, то можно говорить о том, что объект исследований является квази-СЭС (или частично является СЭС). Соответственно, если по большинству признаков получены неудовлетворительные оценки, то объект исследований не может рассматриваться как полноценная СЭС.

Рассмотрим подробнее признаки, которые можно использовать для описания СЭС.

Первым признаком является *уникальность* СЭС. В этом смысле достаточно красноречивыми примерами являются неудачные попытки переноса разработанной системы здравоохранения для одного региона на другой регион [37], различные экологические проблемы [37], транспортная инфраструктура [47] и ряд других [49].

Вторым важным признаком СЭС является наличие *сразу нескольких слабо формализуемых целей* [30]. Хорошим примером в этом контексте является город. Основной задачей развития города является обеспечение комфортных условий для работы, проживания и досуга для всех жителей. Для обеспечения этой основной задачи необходимо сформулировать как раз несколько подцелей, которые можно рассматривать как слабо формализуемые (например, транспортная доступность, уровень медицинского обслуживания и т.п.).

Третьим признаком, характеризующим СЭС, является существенная сложность для определения *оптимальности* (или даже возможно ее отсутствие). Для многих СЭС просто невозможно «проиграть» сразу несколько различных сценариев ее функционирования [30]. Примером могут служить различные крупные техногенные катастрофы (авария на Чернобыльской АЭС, Фукусима и др.). Как правило, после таких аварий основные ресурсы (организационные, финансовые, кадровые и т.п.) уходят на ликвидацию последствий, и возможности анализа сценариев, которые могли бы предотвратить катастрофическое развитие ситуации в ряде случаев весьма ограничены; тем более сложно говорить о возможности реализации альтернативных вариантов.

Четвертым неотъемлемым признаком СЭС является *динамичность*. В этом контексте основные проблемы связаны с трудностями построения точной математической модели СЭС, которая могла бы полноценно учитывать изменения ее состояния во времени [9, 30].

Пятым важным признаком, характеризующим СЭС, является *многокритериальность*. Типичным примером может служить задача многокритериальной оценки кредитного риска [2, 22] или оценка обеспечения норм безопасности на предприятии [49]. Для многокритериальных проблем особенно важно сделать акцент на задачах стратегического выбора, о которых подробнее будет сказано ниже.

Шестым признаком, который обязательно нужно принимать в расчет при описании СЭС, – это наличие свободы воли, или учет человеческого фактора. Тут уместно рассмотреть различные случаи транспортных аварий (ошибки пилотов, авиадиспетчеров, машинистов поездов и т.п.) [46].

И, наконец, седьмым важным признаком, который характеризует СЭС, является возможность интерпретации результата [20, 32]. При решении задач анализа риска в СЭС, распознавания кризисных ситуаций и т.п. очень ценным является не только фиксация какого-то аномального состояния системы, но и выработка мер (сценариев), которые позволят предотвратить катастрофические последствия. Таким образом, можно говорить о том, какие свойства или характеристики СЭС можно изменить и как, для того чтобы избежать нежелательных последствий или их минимизировать. Поэтому разработка различных инструментов, которые позволят осуществить содержательный анализ риска в СЭС и выработать интерпретируемые сценарии, является весьма востребованным. Нужно также акцентировать внимание на то, что сценарные методы выбора стратегических решений в СЭС позволяют в ряде случаев учесть различного рода неопределенности [49].

## 2 Классификация методов

Рассмотрим классификацию различных методов, в том числе и ИИ, с точки зрения измерения риска [19].

Первый подход хорошо известен как инженерный [19]. В рамках данного подхода основные усилия направлены на сбор статистических данных о поломках, авариях, связанных с утечкой вредных веществ в окружающую среду [19]. Инженерный подход ориентирован на количественный расчет вероятности поломок, отказов и других нежелательных событий. Здесь можно упомянуть различные методы распознавания образов [7], метод опорных векторов [44], методы рандомизированного машинного обучения [29] и нейросетевой подход [44]. Перечисленные методы предназначены, прежде всего, для решения задачи классификации. Как уже было отмечено, важной характеристикой СЭС является ее уникальность. В этом контексте использование вероятностных подходов может быть сопряжено с определенными сложностями (фактически дефицит прецедентной информации). Для многих СЭС весьма существенным аспектом является возможность интерпретации результата, поэтому использование, например, нейросетевого подхода также не всегда позволяет получить приемлемое объяснение принятых решений.

Второй подход принято называть модельным. Данный подход предполагает моделирование процессов, которые могут спровоцировать различные нежелательные последствия (аварии и т.п.) [9, 27]. В рамках данного подхода проблема состоит в том, что построение модели СЭС может потребовать достаточно много времени. К моменту завершения построения модели сама СЭС может значительно трансформироваться, и процесс моделирования фактически придется начинать заново. Таким образом, модельный подход измерения риска тесно связан с таким свойством СЭС как динамичность. В рамках модельного подхода необходимо отметить работы по математической теории риска [39], мультимодельный подход [9, 52] и ряд других. В современных условиях методы ИИ, в частности, многоагентные системы [38] и коллективное поведение автоматов [36], активно применяются в моделировании, например, в проектировании при разработке «цифровых двойников», в робототехнике [17], при создании «умных предприятий» [38], «умных городов» и др. Совместное использование методов ИИ и имитационного моделирования [13, 16] также тесно связано с таким свойством СЭС как оптимальность (например, компромисс между стоимостью разработки изделия, сроками разработки, функциональностью и надежностью).

Третий подход к измерению риска известен как экспертный. Как уже было отмечено, при применении инженерного и модельного подходов достаточно часто возникают ситуации, когда наблюдается дефицит статистических данных или есть сомнения в их достоверности. Кроме того, при построении моделей в ряде случаев затруднительно выявить различные зависимости, так называемые слабоструктурированные задачи [54]. В такой ситуации фактически единственным источником сведений являются эксперты [19, 20]. В рамках данного подхода сложности состоят в субъективности суждений экспертов, а также в механизмах обработки как количественных, так и качественных экспертных оценок. Как уже было отмечено, важным свойством СЭС является многокритериальность. Соответственно использование различных многокритериальных подходов для экспертной оценки СЭС является важной областью приложения методов ИИ. Многокритериальные экспертные методы также можно подразделить с точки зрения измерений. Первую подгруппу составляют методы, основанные на количественных измерениях. К этой подгруппе можно отнести многокритериальную теорию полезности (MAUT) [18]. Методы MAUT

предназначены для решения задачи выбора наилучшей многокритериальной альтернативы, ранжирования альтернатив, а также для классификации. Вторую подгруппу образуют методы, основанные на качественных измерениях, результаты которых переводятся в количественный вид. Здесь уместно упомянуть метод анализа иерархий (АНР) [34], а также методы, основанные на использовании нечетких множеств (fuzzy sets) [26, 55]. Метод АНР предназначен для выбора наилучшей многокритериальной альтернативы или для ранжирования альтернатив. К третьей подгруппе многокритериальных экспертных методов можно отнести методы, основанные на количественных измерениях, но использующие несколько индикаторов при сравнении альтернатив (семейство методов Electre) [51]. Методы Electre, так же, как и МАУТ, охватывают решения полного спектра задач принятия решений (выбор наилучшей альтернативы, ранжирование и классификация). И, наконец, четвертую подгруппу образуют методы, основанные на качественных измерениях, без какого-либо перехода к количественным переменным (вербальный анализ решений (ВАР)) [20]. Методы ВАР также позволяют успешно решать все основные задачи принятия решений (выбор наилучшей альтернативы, ранжирование и классификация). Применение перечисленных многокритериальных методов для задач стратегического выбора является весьма актуальным. Задачи стратегического выбора характеризуются следующими особенностями [20]: (I) имеется сравнительно немного (около 10) вариантов решения проблемы, из которых следует выбрать один наилучший; (II) варианты оцениваются по многим критериям. Среди них могут быть как количественные, так и качественные критерии, при этом последние преобладают; (III) существует большая неопределенность в оценках вариантов по критериям, неустранимая на момент принятия решений; (IV) принимаемое решение относится к будущему, и его последствия имеют долгосрочный характер; (V) имеется лицо, принимающее решение (ЛПР), несущее основную ответственность за результат принятия решений; (VI) задачей ЛПР является выбор наилучшего варианта, соответствующего его целям. Еще одним важным аспектом использования экспертных методов для анализа риска в СЭС является учет важных свойств СЭС, а именно: человеческого фактора, многокритериальности, получения оптимальных (предпочтительных) решений, а также возможности интерпретации полученного результата (решений).

Четвертый подход измерения риска известен как социологический [4, 19]. В рамках данного подхода предполагается измерить восприятие населением и его отдельными группами того или иного риска. Из методов ИИ, которые успешно применены в рамках социологического подхода измерения риска, следует отметить, прежде всего, ДСМ-метод [41] (система управления факторами риска безопасности полётов [25], анализ и предотвращение забастовок на предприятиях [24] и др.). ДСМ-метод предназначен для установления неизвестного свойства объекта на основе анализа множества структур типа объект-свойство (индуктивный метод порождения гипотез). Социологический подход измерения риска позволяет проанализировать такие свойства СЭС как: учет человеческого фактора, наличие сразу нескольких слабо формализуемых целей и многокритериальность.

Таким образом, основные свойства СЭС, четыре способа измерения риска (инженерный, модельный, экспертный и социологический), а также перечень конкретных задач [48] позволяют сформировать многомерный классификатор методов анализа риска (см. рис. 1).

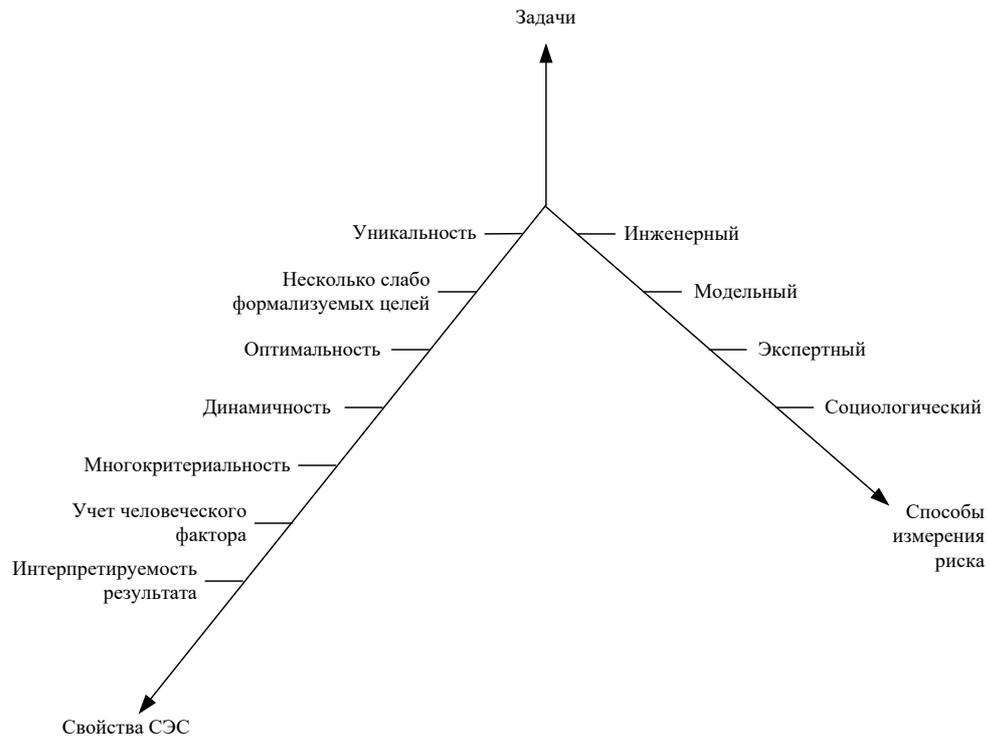


Рис. 1. Многомерный классификатор методов анализа риска

Перечислим подробнее некоторые задачи: (1) оценка проблемной ситуации и формулировка стратегических целей деятельности СЭС в сложившихся условиях на основе собранной информации; (2) определение множества возможных альтернатив достижения поставленных целей; построение цепочки причинно-следственных связей, отражающих динамику изменения состояния СЭС и ее элементов в процессе реализации каждого альтернативного решения; прогноз негативных последствий каждого альтернативного стратегического решения; (3) распознавание ситуации возможного возникновения КС в результате негативного развития событий в СЭС при реализации каждого стратегического решения и оценка риска возникновения КС при реализации каждого альтернативного стратегического решения; (4) оценка для каждого стратегического решения возможностей предотвращения или снижения риска возникновения КС и необходимых для этого ресурсов; выбор приемлемой альтернативы решения на основе минимизации рисков возникновения КС; (5) обеспечение высокого уровня информационной безопасности всех составляющих СЭС.

## Заключение

Основной целью представленной работы является анализ методов ИИ с точки зрения возможности их использования для задач анализа риска в СЭС. Представлены основные определения: что понимается под риском, ИИ, свойствами СЭС, характеристиками задач стратегического выбора. Рассмотрены четыре основных подхода измерения риска – инженерный, модельный, экспертный и социологический. Предложена схема построения единой классификации на основании анализа свойств СЭС, методов ИИ, а также способов измерения риска.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проекты 16-29-12901, 19-07-00522).

## Литература

1. Акаев А. А., Коротаев А. В., Малинецкий Г. Г. Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики. — М.: Либроком, 2014. — 352 с.
2. Анализ математических моделей Базель II / Ф. Т. Алескеров, И. К. Андриевская, Г. И. Пеникас, В. М. Солодков. — М.: Физматлит, 2010. — 288 с.
3. Артюхов В. В. Общая теория систем: самоорганизация, устойчивость, разнообразие, кризисы. — М.: Либроком, 2009. — 224 с.

4. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну. — М.: Прогресс-Традиция, 2000. — 384 с.
5. Богданов А. А. Тектология: Всеобщая организационная наука. — М.: URSS, 2019. — 680 с.
6. Бритков В. Б., Ройзензон Г. В. Анализ риска в социально-экономических системах // VIII Всероссийская научная конференция «Теория и практика системной динамики» (ТПСД-2019). Материалы конференции / Под ред. А. Г. Олейника. — Апатиты: КНЦ РАН, 2019. — С. 26–34. — DOI: 10.25702/KSC.978.5.91137.390.0.
7. Вапник В. Н., Червоненкис А. Л. Теория распознавания образов (статистические проблемы обучения). — М.: Наука, 1974. — 416 с.
8. Гвишиани Д. М., Лисичкин В. А. Прогностика. — М.: Знание, 1968. — 93 с.
9. Геловани В. А., Бритков В. Б., Дубовский С. В. СССР и Россия в глобальной системе (1985–2030): Результаты глобального моделирования. — М.: URSS, 2017. — 320 с.
10. Грешилилов А. А., Стакун В. А., Стакун А. А. Математические методы построения прогнозов. — М.: Радио и связь, 1997. — 112 с.
11. Дрейпер Н., Смит Р. Прикладной регрессионный анализ. — 2-е изд. — М.: Финансы и статистика, 1986. — Т. 1. — 366 с.
12. Дубовский С. В. Прогнозирование кризисов в циклах Кондратьева // Проблемы теории и практики управления. — 2016. — № 6. — С. 93–96.
13. Емельянов В. В., Ясиновский С. И. Введение в интеллектуальное имитационное моделирование сложных дискретных систем и процессов. Язык РДО. — М.: АНВИК, 1998. — 432 с.
14. Загоруйко Н. Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. — Новосибирск: Издательство института математики, 1999. — 270 с.
15. Ивахненко А. Г. Долгосрочное прогнозирование и управление сложными системами. — Киев: Техніка, 1975. — 312 с.
16. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды / В. А. Геловани, А. А. Башлыков, В. Б. Бритков, Е. Д. Вязилов. — М.: Эдиториал УРСС, 2001. — 304 с.
17. Карпов В. Э., Павловский В. Е., Ройзензон Г. В. Многокритериальный подход к определению интеллектуального робота // Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2016). Труды конференции. — Т. 3. — Смоленск: Универсум, 2016. — С. 312–319.
18. Кини Р. Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. — М.: Радио и связь, 1981. — 560 с.
19. Ларичев О. И. Проблемы принятия решений с учетом факторов риска и безопасности // Вестник АН СССР. — 1987. — Т. 57, № 11. — С. 38–45.
20. Ларичев О. И. Вербальный анализ решений. — М.: Наука, 2006. — 181 с.
21. Лопухин М. М. ПАТТЕРН – метод планирования и прогнозирования научных работ. — М.: Советское радио, 1971. — 160 с.
22. Метод многокритериальной классификации ЦИКЛ и его применение для анализа кредитного риска / А. А. Асанов, О. И. Ларичев, Г. В. Ройзензон и др. // Экономика и математические методы. — 2001. — Т. 37, № 2. — С. 14–21.
23. Методологические аспекты прогнозирования развития науки в отраслях народного хозяйства / О. И. Ларичев, В. С. Малов, Е. М. Мошкович, О. П. Кудинов // Управление и научно-технический прогресс. — 1983. — № 6. — С. 30–36.
24. Михеенкова М. А. О принципах формализованного качественного анализа социологических данных // Информационные технологии и вычислительные системы. — 2009. — № 4. — С. 40–56.
25. Муллагалиев А. Ф. О возможности применения ДСМ-метода в системе управления факторами риска безопасности полётов // Проблемы безопасности полётов. — 2016. — № 8. — С. 29–35.
26. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / А. Н. Аверкин, И. З. Батыршин, А. Ф. Блишун и др.; Под ред. Д. А. Поспелова. — М.: Наука, 1986. — 312 с.
27. Орлов А. И. Устойчивость в социально-экономических моделях. — М.: Наука, 1979. — 296 с.
28. Осипов Г. С. Методы искусственного интеллекта. — М.: Физматлит, 2011. — 296 с.
29. Попков Ю. С. Машинное обучение и рандомизированное машинное обучение: сходство и различие // Восьмая международная конференция «Системный анализ и информационные технологии» (САИТ-2019). Труды конференции. — М.: ФИЦ ИУ РАН, 2019. — С. 10–25.

30. Поспелов Д. А. Ситуационное управление. Теория и практика. — М.: Наука, 1986. — 288 с.
31. Рабочая группа по унификации программных интерфейсов интеллектуальных модулей. — 2002. — Режим доступа: <http://www.raai.org/resurs/resurs.shtml?arcim>.
32. Ройзензон Г. В. Синергетический эффект в принятии решений // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник / Под ред. Ю. С. Попкова, В. Н. Садовского, В. И. Тищенко. — № 36. 2011-2012. М.: УРСС, 2012. — С. 248-272.
33. Ройзензон Г. В. Проблемы формализации понятия этики в искусственном интеллекте // Шестнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ-2018). Труды конференции. В 2-х томах. — Т. 2. — М.: РКП, 2018. — С. 245-252.
34. Саати Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / Под ред. А. В. Андрейчикова, О. Н. Андрейчиковой. — М.: URSS, 2019. — 360 с.
35. Сидельников Ю. В. Системный анализ экспертного прогнозирования. — М.: МАИ, 2007. — 453 с.
36. Стефанюк В. Л. Локальная организация интеллектуальных систем. Модели и приложения. — М.: Физматлит, 2004. — 328 с.
37. Тарасенко Ф. П. Прикладной системный анализ. — М.: КноРус, 2017. — 224 с.
38. Тарасов В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. — М.: Эдиториал УРСС, 2002. — 352 с.
39. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика / В. А. Владимиров, Ю. Л. Воробьев, С. С. Салов и др. — М.: Наука, 2000. — 431 с.
40. Файншмидт Е. А., Юрьева Т. В. Зарубежная практика антикризисного управления. — М.: Евразийский открытый институт, 2010. — 143 с.
41. Финн В. К. Интеллектуальные системы и общество: Сборник статей. — М.: КомКнига, 2006. — 352 с.
42. Фомин Я. А. Диагностика кризисного состояния предприятия: Учебное пособие для вузов. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. — 349 с.
43. Форрестер Д. Мировая динамика. — М.: ООО «Издательство АСТ», 2003. — 379 с.
44. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. — 2-е изд. — М.: «Вильямс», 2019. — 1104 с.
45. Цыгичко В. Н. Прогнозирование социально-экономических процессов. — 3-е изд. — М.: URSS, 2017. — 240 с.
46. Цыгичко В. Н., Смолян Г. Л., Солнцева Г. Н. Человеческий фактор как угроза безопасности критически важных объектов // Science of Europe. — 2016. — Т. 2, № 1. — С. 60-65.
47. Цыгичко В. Н., Черешкин Д. С. Безопасность критически важных объектов транспортного комплекса. — Saarbrucken: Lambert Academic Publishing, 2014. — 224 с.
48. Цыгичко В. Н., Черешкин Д. С. Антикризисное управление социально-экономической системой в условиях цифровой экономики // Информационное общество. — 2019. — № 4 — (в печати).
49. Цыгичко В. Н., Черешкин Д. С., Смолян Г. Л. Безопасность критических инфраструктур. — М.: URSS, 2019. — 200 с.
50. Ярушкина Н. Г., Афанасьева Т. В., Перфильева И. Г. Интеллектуальный анализ временных рядов. — М.: Инфра-М, 2015. — 160 с.
51. Figueira J., Mousseau V., Roy B. ELECTRE methods // Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys / Ed. by J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott. — International Series in Operations Research & Management Science. Boston: Springer, 2005. — Pp. 609-637.
52. Gelovani V. A., Britkov V. B., Yurchenko V. V. An interactive modeling system for analysis of alternative decisions // Decision Support Systems: Issues and Challenges / Ed. by G. Fick, R. H. Spague. — IASA proceedings series. Oxford: Pergamon Press, 1980. — Pp. 149-151.
53. Gordon T., Helmer O. Report on a Long Range Forecasting Study. No. Paper P-2982. — Santa Monica, California: RAND Corporation, 1964. — 76 pp. — <https://www.rand.org/pubs/papers/P2982.html>.
54. Simon H., Newell A. Heuristic problem solving: the next advance in operations research // Operations Research. — 1958. — Vol. 6, no. 1. — Pp. 1-10.
55. Zadeh L. A. Fuzzy sets // Information and Control. — 1965. — Vol. 8, no. 3. — Pp. 338-353.

# APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS FOR RISK ANALYSIS IN THE SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

**Chereshkin Dmitriy Semyonovich**

*Doctor of technical sciences*

*Federal Research Center "Informatics and Management" of the Russian Academy of Sciences, Institute for System Analysis*

*Moscow, Russian Federation*

*dchereshkin@yandex.ru*

**Royzenzon Grigoriy Vladimirovich**

*Candidate of technical sciences*

*Federal Research Center "Informatics and Management" of the Russian Academy of Sciences, Institute for System Analysis*

*MIPT, researcher*

*MPEI, researcher*

*Moscow, Russian Federation*

*rgv@isa.ru*

**Britkov Vladimir Borisovich**

*Candidate of physical and mathematical sciences*

*Federal Research Center "Informatics and Management" of the Russian Academy of Sciences, Institute for System Analysis*

*Moscow, Russian Federation*

*britkov@mail.ru*

## Abstract

*The paper analyzes the methods of artificial intelligence (AI) in terms of the possibility of their use for the tasks of risk analysis in socio-economic systems (SES). The basic definitions are presented (what is meant by risk, AI, SES properties, characteristics of strategic choice tasks). Four main approaches to measuring risk are considered (engineering, model, expert and sociological). It is proposed to link, within the framework of a unified classification, the properties of SES, AI methods, as well as methods for measuring risk.*

## Keywords

*socio-economic systems, strategic decisions, crisis situations, crisis management, risk management, artificial intelligence*

## References

1. Akayev A. A., Korotayev A. V., Malinetskiy G. G. Prognoz i modelirovaniye krizisov i mirovoy dinamiki. – M.: Librokom, 2014. – 352 s.
2. Analiz matematicheskikh modeley Bazel' II / F. T. Aleskerov, I. K. Andriyevskaya, G. I. Penikas, V. M. Solodkov. – M.: Fizmatlit, 2010. – 288 s.
3. Artyukhov V. V. Obshchaya teoriya sistem: samoorganizatsiya, ustoychivost', raznoobraziye, krizisy. – M.: Librokom, 2009. – 224 s.
4. Bek U. Obshchestvo riska. Na puti k drugomu modernu. – M.: Progress-Traditsiya, 2000. – 384 s.
5. Bogdanov A. A. Tektologiya: Vseobshchaya organizatsionnaya nauka. – M.: URSS, 2019. – 680 s.
6. Britkov V. B., Royzenzon G. V. Analiz riska v sotsial'no-ekonomicheskikh sistemakh // VIII Vserossiyskaya nauchnaya konferentsiya «Teoriya i praktika sistemnoy dinamiki» (TPSD-2019). Materialy konferentsii / Pod red. A. G. Oleynika. – Apatity: KNTS RAN, 2019. – S. 26–34. – DOI: 10.25702/KSC.978.5.91137.390.0.
7. Vapnik V. N., Chervonenkis A. L. Teoriya raspoznavaniya obrazov (statisticheskiye problemy obucheniya). – M.: Nauka, 1974. – 416 s.
8. Gvishiani D. M., Lisichkin V. A. Prognostika. – M.: Znaniye, 1968. – 93 s.

9. Gelovani V. A., Britkov V. B., Dubovskiy S. V. SSSR i Rossiya v global'noy sisteme (1985-2030): Rezul'taty global'nogo modelirovaniya. — M.: URSS, 2017. — 320 s.
10. Greshilov A. A., Stakun V. A., Stakun A. A. Matematicheskiye metody postroyeniya prognozov. — M.: Radio i svyaz', 1997. — 112 s.
11. Dreyper N., Smit R. Prikladnoy regressionnyy analiz. — 2-ye izd. — M.: Finansy i statistika, 1986. — T. 1. — 366 s.
12. Dubovskiy S. V. Prognozirovaniye krizisov v tsiklakh Kondrat'yeva // Problemy teorii i praktiki upravleniya. — 2016. — № 6. — S. 93-96.
13. Yemel'yanov V. V., Yasinovskiy S. I. Vvedeniye v intellektual'noye imitatsionnoye modelirovaniye slozhnykh diskretnykh sistem i protsessov. YAzyk RDO. — M.: ANVIK, 1998. — 432 s.
14. Zagoruyko N. G. Prikladnyye metody analiza dannykh i znaniy. — Novosibirsk: Izdatel'stvo instituta matematiki, 1999. — 270 s.
15. Ivakhnenko A. G. Dolgosrochnoye prognozirovaniye i upravleniye slozhnyimi sistemami. — Kiyev: Tekhnika, 1975. — 312 s.
16. Intellektual'nyye sistemy podderzhki prinyatiya resheniy v neshtatnykh situatsiyakh s ispol'zovaniyem informatsii o sostoyanii prirodnoy sredy / V. A. Gelovani, A. A. Bashlykov, V. B. Britkov, Ye. D. Vyazilov. — M.: Editorial URSS, 2001. — 304 s.
17. Karpov V. E., Pavlovskiy V. Ye., Royzenzon G. V. Mnogokriterial'nyy podkhod k opredeleniyu intellektual'nogo robota // Pyatnadtsataya natsional'naya konferentsiya po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiyem (KII-2016). Trudy konferentsii. — T. 3. — Smolensk: Universum, 2016. — S. 312-319.
18. Kini R. L., Rayfa KH. Prinyatiye resheniy pri mnogikh kriteriyakh: predpochteniya i zameshcheniya. — M.: Radio i svyaz', 1981. — 560 s.
19. Larichev O. I. Problemy prinyatiya resheniy s uchetom faktorov riska i bezopasnosti // Vestnik AN SSSR. — 1987. — T. 57, № 11. — S. 38-45.
20. Larichev O. I. Verbal'nyy analiz resheniy. — M.: Nauka, 2006. — 181 s.
21. Lopukhin M. M. PATTERN – metod planirovaniya i prognozirovaniya nauchnykh rabot. — M.: Sovetskoye radio, 1971. — 160 s.
22. Metod mnogokriterial'noy klassifikatsii TSIKL i yego primeneniye dlya analiza kreditnogo riska / A. A. Asanov, O. I. Larichev, G. V. Royzenzon i dr. // Ekonomika i matematicheskiye metody. — 2001. — T. 37, № 2. — S. 14-21.
23. Metodologicheskiye aspekty prognozirovaniya razvitiya nauki v otraslyakh narodnogo khozyaystva / O. I. Larichev, V. S. Malov, Ye. M. Moshkovich, O. P. Kudinov // Upravleniye i nauchno-tekhnicheskyy progress. — 1983. — № 6. — S. 30-36.
24. Mikheyenkova M. A. O printsipakh formalizovannogo kachestvennogo analiza sotsiologicheskikh dannykh // Informatsionnyye tekhnologii i vychislitel'nyye sistemy. — 2009. — № 4. — S. 40-56.
25. Mullagaliyev A. F. O vozmozhnosti primeneniya DSM-metoda v sisteme upravleniya faktorami riska bezopasnosti polotov // Problemy bezopasnosti polotov. — 2016. — № 8. — S. 29-35.
26. Nechetkiye mnozhestva v modelyakh upravleniya i iskusstvennogo intellekta / A. N. Averkin, I. Z. Batyrshin, A. F. Blishun i dr.; Pod red. D. A. Pospelova. — M.: Nauka, 1986. — 312 s.
27. Orlov A. I. Ustoychivost' v sotsial'no-ekonomicheskikh modelyakh. — M.: Nauka, 1979. — 296 s.
28. Osipov G. S. Metody iskusstvennogo intellekta. — M.: Fizmatlit, 2011. — 296 s.
29. Popkov YU. S. Mashinnoye obucheniye i randomizirovannoye mashinnoye obucheniye: skhodstvo i razlicheye // Vos'maya mezhdunarodnaya konferentsiya «Sistemnyy analiz i informatsionnyye tekhnologii» (SAIT-2019). Trudy konferentsii. — M.: FITS IU RAN, 2019. — S. 10-25.
30. Pospelov D. A. Situatsionnoye upravleniye. Teoriya i praktika. — M.: Nauka, 1986. — 288 s.
31. Rabochaya gruppa po unifikatsii programmnykh interfeysov intellektual'nykh moduley. — 2002. — Rezhim dostupa: <http://www.raai.org/resurs/resurs.shtml?arcim>.
32. Royzenzon G. V. Sinergeticheskiy effekt v prinyatii resheniy // Sistemnyye issledovaniya. Metodologicheskiye problemy. Yezhegodnik / Pod red. YU. S. Popkova, V. N. Sadovskogo, V. I. Tishchenko. — № 36. 2011-2012. M.: URSS, 2012. — S. 248-272.
33. Royzenzon G. V. Problemy formalizatsii ponyatiya etiki v iskusstvennom intellekte // Shestnadtsataya natsio
34. Saati T. L. Prinyatiye resheniy pri zavisimostyakh i obratnykh svyazyakh: Analiticheskiye seti / Pod red. A. V. Andreychikova, O. N. Andreychikovoy. — M.: URSS, 2019. — 360 s.
35. Sidel'nikov YU. V. Sistemnyy analiz ekspertnogo prognozirovaniya. — M.: MAI, 2007. — 453 s.

36. Stefanyuk V. L. Lokal'naya organizatsiya intellektual'nykh sistem. Modeli i prilozheniya. — M.: Fizmatlit, 2004. — 328 s.
37. Tarasenko F. P. Prikladnyy sistemnyy analiz. — M.: KnoRus, 2017. — 224 s.
38. Tarasov V. B. Ot mnogoagentnykh sistem k intellektual'nym organizatsiyam: filosofiya, psikhologiya, informatika. — M.: Editorial URSS, 2002. — 352 s.
39. Upravleniye riskom: Risk. Ustoychivoye razvitiye. Sinergetika / V. A. Vladimirov, YU. L. Vorob'yev, S. S. Salov i dr. — M.: Nauka, 2000. — 431 s.
40. Faynshmidt Ye. A., Yur'yeva T. V. Zarubezhnaya praktika antikrizisnogo upravleniya. — M.: Yevraziyskiy otkrytyy institut, 2010. — 143 s.
41. Finn V. K. Intellektual'nyye sistemy i obshchestvo: Sbornik statey. — M.: KomKniga, 2006. — 352 s.
42. Fomin YA. A. Diagnostika krizisnogo sostoyaniya predpriyatiya: Uchebnoye posobiye dlya vuzov. — M.: YUNITI-DANA, 2003. — 349 s.
43. Forrester D. Mirovaya dinamika. — M.: OOO «Izdatel'stvo AST», 2003. — 379 s.
44. Khaykin S. Neyronnyye seti: polnyy kurs. — 2-ye izd. — M.: «Vil'yamc», 2019. — 1104 s.
45. Tsygichko V. N. Prognozirovaniye sotsial'no-ekonomicheskikh protsessov. — 3-ye izd. — M.: URSS, 2017. — 240 s.
46. Tsygichko V. N., Smolyan G. L., Solntseva G. N. Chelovecheskiy faktor kak ugroza bezopasnosti kriticheski vazhnykh ob'yektov // Science of Europe. — 2016. — T. 2, № 1. — S. 60–65.
47. Tsygichko V. N., Chereshkin D. S. Bezopasnost' kriticheski vazhnykh ob'yektov transportnogo kompleksa. — Saarbrucken: Lambert Academic Publishing, 2014. — 224 s.
48. Tsygichko V. N., Chereshkin D. S. Antikrizisnoye upravleniye sotsial'no-ekonomicheskoy sistemoy v usloviyakh tsifrovoy ekonomiki // Informatsionnoye obshchestvo. — 2019. — № 4 — (v pechati).
49. Tsygichko V. N., Chereshkin D. S., Smolyan G. L. Bezopasnost' kriticheskikh infrastruktur. — M.: URSS, 2019. — 200 s.
50. Yarushkina N. G., Afanas'yeva T. V., Perfil'yeva I. G. Intellektual'nyy analiz vremennykh ryadov. — M.: Infra-M, 2015. — 160 s.
51. Figueira J., Mousseau V., Roy B. ELECTRE methods // Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys / Ed. by J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott. — International Series in Operations Research & Management Science. Boston: Springer, 2005. — Pp. 609–637.
52. Gelovani V. A., Britkov V. B., Yurchenko V. V. An interactive modeling system for analysis of alternative decisions // Decision Support Systems: Issues and Challenges / Ed. by G. Fick, R. H. Spague. — IIASA proceedings series. Oxford: Pergamon Press, 1980. — Pp. 149–151.
53. Gordon T., Helmer O. Report on a Long Range Forecasting Study. No. Paper P-2982. — Santa Monica, California: RAND Corporation, 1964. — 76 pp. — <https://www.rand.org/pubs/papers/P2982.html>.
54. Simon H., Newell A. Heuristic problem solving: the next advance in operations research // Operations Research. — 1958. — Vol. 6, no. 1. — Pp. 1–10.
55. Zadeh L. A. Fuzzy sets // Information and Control. — 1965. — Vol. 8, no. 3. — Pp. 338–353.

**Цифровая экономика****СКВОЗНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АПК НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ  
СТАНДАРТОВ**

Статья рекомендована к публикации членом редакционного совета Д.С. Черешкиным 17.02.2020.

**Ерешко Феликс Иванович**

*Доктор технических наук, профессор  
Вычислительный центр им. А.А. Дородницына, заведующий отделом  
Москва, Российская Федерация  
rgv@isa.ru*

**Меденников Виктор Иванович**

*Доктор технических наук  
Вычислительный центр им. А.А. Дородницына, старший научный сотрудник  
ФИЦ «Информатика и управление» РАН, ведущий научный сотрудник  
Москва, Российская Федерация  
rgv@isa.ru*

**Кульба Владимир Васильевич**

*Доктор технических наук, профессор  
Институт проблем управления РАН, главный научный сотрудник  
Москва, Российская Федерация  
kulba@ipu.ru*

**Аннотация**

*В работе рассматривается научный подход к формированию единой цифровой платформы АПК на основе соответствующей математической модели. В рамках математического моделирования цифровой платформы АПК получены цифровые стандарты, общие для всех отраслей экономики. Предложенные единая цифровая платформа и цифровые стандарты представляют собой сквозные технологии управления в АПК.*

**Ключевые слова**

*цифровизация АПК, стандарты цифровой экономики, математическая модель*

**Введение**

Индустриализация сельского хозяйства, основанная на достижениях в области микроэлектроники, информационно-коммуникационной техники (ИКТ), новых материалов, технических средств и оборудования, дала возможность внедрения самых современных средств цифровизации не только в сферу управления, но и в различную сельскохозяйственную технику и технологии. Цифровизация АПК, как и всей экономической жизни страны, нуждается в теоретическом осмыслении данного процесса, обобщении достигнутых результатов с целью выработки принципиально новых подходов к использованию открывшихся возможностей, особенно в сфере управления. Это необходимо, чтобы не свести весь процесс цифровизации к цифровизации сложившихся экономических отношений.

Курс на цифровизацию страны, провозглашенный руководством страны, породил у многих определенную эйфорию, уверенность, что внедрение во все сферы жизни и в производство цифровых технологий — это главный приоритет и панацея от всех проблем российской экономики. Как сказано в [1, с. 18], «формируется обманчивое ощущение, что существует некая «серебряная пуля», с помощью которой можно решить все проблемы компании». При этом создается ощущение, что данные технологии появились неожиданно в результате некоторого революционного открытия. Из огромного вала публикаций, выступлений можно сделать вывод, что под цифровой

© Ерешко Ф.И., Меденников В.И., Кульба В.В., 2020. Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>

экономикой (ЦЭ) многие в стране понимают новые формы платежей и коммуникации с потребителями, исключая из рассмотрения новые формы управления и экономических отношений.

Осознание необходимости комплексного, системного подхода к проблеме цифровизации страны требует огромных изменений в технологиях как проектирования информационных систем (ИС), составляющих суть ЦЭ, так и в технологиях процессов управления общественным развитием. Системный подход требует также утверждения единого генерального конструктора (архитектора) программы ЦЭ с соответствующим научным и технологическим сопровождением, подобно Королеву С.П. в космической отрасли. Иначе скоро наступит очередное разочарование в информатизации экономики страны. Как, например, произошло в АПК в эпоху «позадачного» проектирования и разработки информационных систем (ИС). Так, в [2] утверждается, что «попытки решения управленческих задач за счет ЭВМ приводили к огромным затратам труда и средств, и все это кануло в “лету”, информатизация сельского хозяйства принесла только вред и никакого эффекта в ВВП страны не принесла». С этим согласен и директор института аграрных проблем и информатики Петриков А.В., который добился закрытия тематики исследований по цифровой экономике АПК в собственном институте. Минсельхоз, полагающийся на рыночный подход в области цифровизации АПК, также так считает. В результате – в АПК нет ни одного НИИ, комплексно занимающегося исследованиями в области ЦЭ.

Отчасти такое отношение продиктовано выводом лауреата Нобелевской премии Роберта Солоу еще 1970-х об отсутствии экономического эффекта при внедрении компьютеров, опровергнутого впоследствии тщательными расчетами многими экономистами и самой жизнью.

Исследования, выполненные компанией Economist Intelligence Unit в 2003 году, выявили, что ИКТ ведет к экономическому росту лишь при достижении определенной критической массы ИКТ, что имеет временную задержку между началом внедрения и проявлением эффекта. Также требуется тщательно продуманное внедрение ИКТ с привлечением смежных нематериальных активов, связанных со значительными затратами на изменение организационного и человеческого капитала [3]. Таким образом, для стран, где данные условия не выполняются, экономический эффект от ИКТ либо отсутствует, либо вообще может оказаться отрицательным.

Проблема эффективности цифровизации в настоящее время стоит наиболее остро, поскольку современный уровень развития ИКТ благодаря интернету позволил подключиться к процессу цифровизации неограниченному числу пользователей с автоматизацией почти всех функций управления, что вызывает необходимость типового проектирования ИС на основе научно-обоснованных стандартов.

## **Сквозные технологии на основе цифровых стандартов единой цифровой платформы АПК**

Рассмотрим экономическую составляющую перехода экономики страны на комплексную информатизацию предприятий. Из мирового опыта давно известно [4], что затраты на разработку типового программного продукта в три раза больше разработки некоторой программы при оригинальном проектировании. Компонент программного комплекса стоит также втрое дороже, чем автономная программа с теми же функциями. Тогда системный программный продукт стоит, соответственно, на порядок дороже. Следовательно, вложив средства в разработку комплексных ИС, при внедрении их, начиная со второго десятка предприятий, будет достигнут уровень самоокупаемости разработки, что очень актуально для АПК с десятками тысяч однотипных предприятий.

Спроецируем данные соображения на проектное пространство информационных систем. Хотя на эффективность использования ИС оказывает влияние масса факторов, проектное пространство в рассматриваемом в данной работе аспекте имеет три основных измерения: информационные ресурсы (ИР), ось приложений (задач) и инструментальную составляющую, представляющую общесистемное ПО и электронные приборы.

Многообразие применяемых информационных технологий и систем, как правило, носящих гетерогенный характер, разнообразие форматов данных, циркулирующих в информационных потоках, зачастую несовместимых по горизонтали и вертикали, сделали чрезвычайно актуальной задачу интеграции указанных выше ИТ и ИС в единую информационно-управленческую среду. Данную проблему не разрешить без разработки стандартов на все оси проектного пространства информационных систем.

Однако в нашей стране проблеме интеграции ИТ и ИС, соответственно, формирования стандартов уделяется недостаточное внимание. Вместе с тем, глава Росстандарта А.В. Абрамов считает [5]: «Технические стандарты будут иметь первостепенное значение в достижении интеграции различных устройств и систем, посредством использования широкого спектра датчиков, искусственного интеллекта, контроля и алгоритмов, больших объемов данных, облачных и граничных вычислений и других технологий».

В настоящее время в мире широко известны лишь стандарты, относящиеся к оси приложений, да и то носящих чисто методологический характер. Например, стандарты управления MRPII, ERP, CSRP, воплощенные в соответствующие ИС, представляют собой методологию управления финансами, материальными потоками, производством, проектами, сервисным обслуживанием, качеством и персоналом.

Аналогично в логистике международной организацией – Советом по цепям поставок были установлены некие стандарты на термины и понятия взаимоотношений между участниками цепи поставок, принятые в мире в этой деятельности в виде так называемой SCOR-модели [6].

Для того, чтобы разработать стандарты на отраслевой понятийный аппарат по функциям управления (ось приложений) и ИР, необходимо осуществить их онтологическое моделирование.

Анализ же результатов внедрения MRP, MRP-II, ERP и SCOR-модели в России показал, что в результате слабой интеграции ИС, отсутствия стандартов в виде обобщенных онтологических моделей деятельности во многих отраслях страны внедрение их крайне затруднено. В большинстве случаев только декларируется внедрение ERP-систем. Например, наиболее распространенный продукт 1С вследствие этого превратился в язык программирования и требует для настройки на конкретное предприятие соответствующих программистов, рекомендации же SCOR-модели носят слишком общий характер, малоприменимые на практике. В рамках программы по цифровой экономике необходимо совершенствовать управление бизнес-процессами на основе общих алгоритмов, онтологических моделей, выработке соответствующих стандартов для значительной группы предприятий, взяв за основу успешный опыт других предприятий в виде референтных моделей [6]. Пока же, как следует из анализа процесса информатизации сельского хозяйства, в отрасли продолжается эпоха «позадачного» проектирования и разработки ИС с формированием в каждом предприятии собственных концептуальных логических моделей БД, онтологически несовместимых.

Количество ИС растет по экспоненте, а принципы проектирования остаются позадачными. Следуя позадачному подходу, не проводя интеграции ИС и ИР, потенциально получим свыше 5 млн. ИС в АПК. Лишь в последние два года руководители ИТ подразделений агропромышленных предприятий начали бить в колокола по поводу слабой унификации и регламентации учетной политики, лоскутной автоматизации бизнеса, внедрения гетерогенных программных средств, БД, общесистемного ПО, отсутствия единой нормативно-справочной информации [1, с. 21].

Обобщить, объединить и структурировать такой огромный пласт знаний возможно только на основе системного, научного подхода. Именно данный подход был применен при разработке системы управления эталонным объектом – агрокомбинатом «Кубань», объединяющим 65 предприятий и представляющих 19 их типов, в рамках задания «Электронизация сельского хозяйства» Комплексной программы НТП стран-членов СЭВ. Работы были осуществлены Всероссийским научно-исследовательским институтом кибернетики АПК (ВНИИК), в котором была собрана большая команда выпускников МФТИ (около 50). За созданием ВНИИК и руководством работ стояли выдающиеся ученые, такие как академики Н.Н. Моисеев и А.А. Никонов. Директором был Ф.И. Ерешко, ученик Н.Н. Моисеева.

В результате расчетов на основе модели синтеза оптимальных ИС [7] были получены и разработаны онтологические (концептуальные) и логические модели технологических БД в растениеводстве, животноводстве, механизации и т.д., единые для всех сельскохозяйственных предприятий России. Аналогичным образом была проведена интеграция на основе онтологического моделирования технологических БД в 19-ти типах предприятий других отраслей. Например, на рис.1 приведена укрупненная концептуальная информационная модель растениеводства, разработанная силами творческого коллектива из различных ведущих отраслевых растениеводческих НИИ и ВНИИК на единой методической основе. Кроме того, этим коллективом были выделены 240 задач онтологическим моделированием функций управления с едиными согласованными алгоритмами для всех сельскохозяйственных предприятий России. В скобках указано количество атрибутов в соответствующем информационном блоке.



Рис. 1. Укрупненная концептуальная информационная модель растениеводства

На рис. 2 приведена схема облачного хранения технологических БД. Кроме того, модель синтеза оптимальных ИС позволила получить еще один результат с далеко идущими последствиями. Вся первичная учетная информация может быть сформирована в универсальном виде (стандарте): вид операции, объект операции, место проведения, кто проводил, дата, интервал времени, задействованные средства производства, объем операции, вид потребленного ресурса, объем потребленного ресурса (рис. 3).

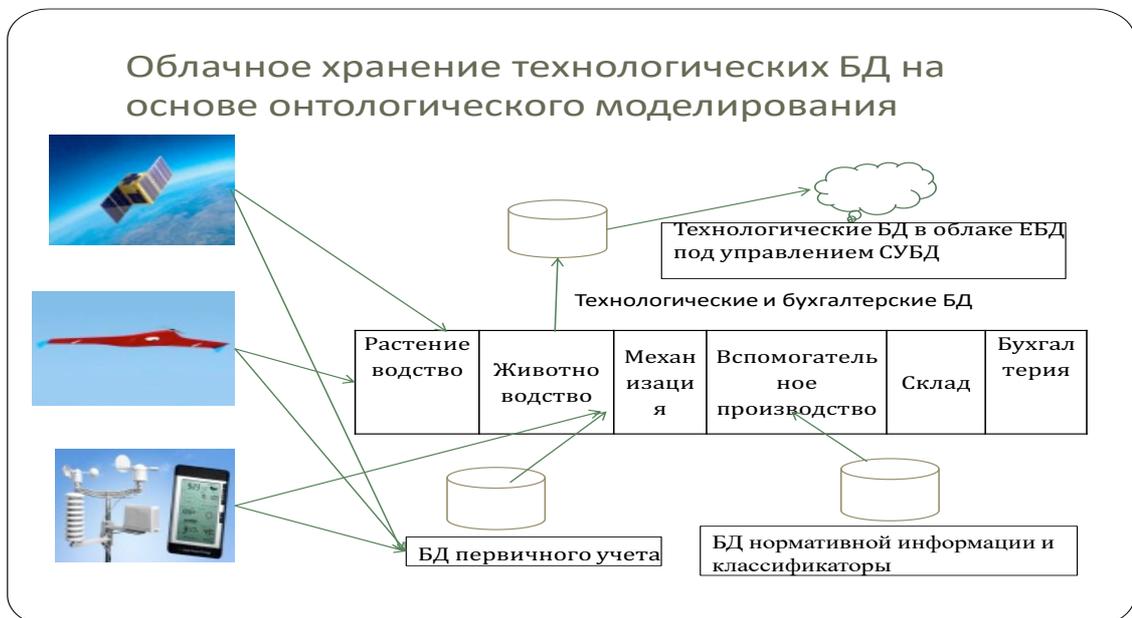


Рис. 2. Облачное хранение технологических БД

Таким образом, вся первичная учетная информация любого предприятия может храниться в единой БД (ЕБД) в некотором облаке в виде указанного кортежа (рис.3).



Рис 3. Структура первичного учета

Отсюда ясно, что системы управления должны претерпеть изменения, например, бухгалтерский учет. При этом был сделан вывод, что при введении стандартов бухгалтерский учет могли бы вести программы-роботы. Должна сократиться армия бухгалтеров, освободится большое количество программистов, так необходимых для реализации ЦЭ. Такие фирмы как «1С» должны исчезнуть как информационные посредники, либо возглавить цифровизацию новых стандартов систем управления. Стандарты, отчасти, нужны, чтобы отразить в них 10% существующей специфики предприятий. Но эта специфика требует содержать на предприятиях квалифицированных программистов для настройки систем, подобных «1С». По данным руководителя фирмы 1С Нуралиева Б.Г., при внедрении 1С трудится около 300000 программистов. В результате – система учета и отчетности громоздкая и дорогостоящая, что делает удельные затраты на бухучет в России существенно выше, чем в большинстве развитых стран, а значит, снижает рентабельность и конкурентоспособность бизнеса. Она такой и останется при переходе на самые современные цифровые платформы (ЦП) без введения стандартов на функции управления. Аналогичные изменения должен претерпеть и Росстат [8, 9].

В современных условиях, распространяя модель синтеза оптимальных ИС на все сельскохозяйственные предприятия страны, получим единую ЦП АПК, которая представляет из себя интеграцию в единой облачной БД информацию первичного учета и технологических БД на основе унифицированной системы сбора, хранения и анализа первичной учетной, технологической, статистической информации, сопряженной как между собой, так и с единой системой классификаторов, справочников, нормативов, представляющих реестры практически всех материальных, интеллектуальных и человеческих ресурсов страны на основе онтологического моделирования данных видов ИР [8, 9]. Такая ЦП позволит разработать типовые информационно управляющие системы (ИУС), а также создавать типовые сайты с уменьшением затрат на ЦЭ отрасли в десятки-сотни раз (рис.4).

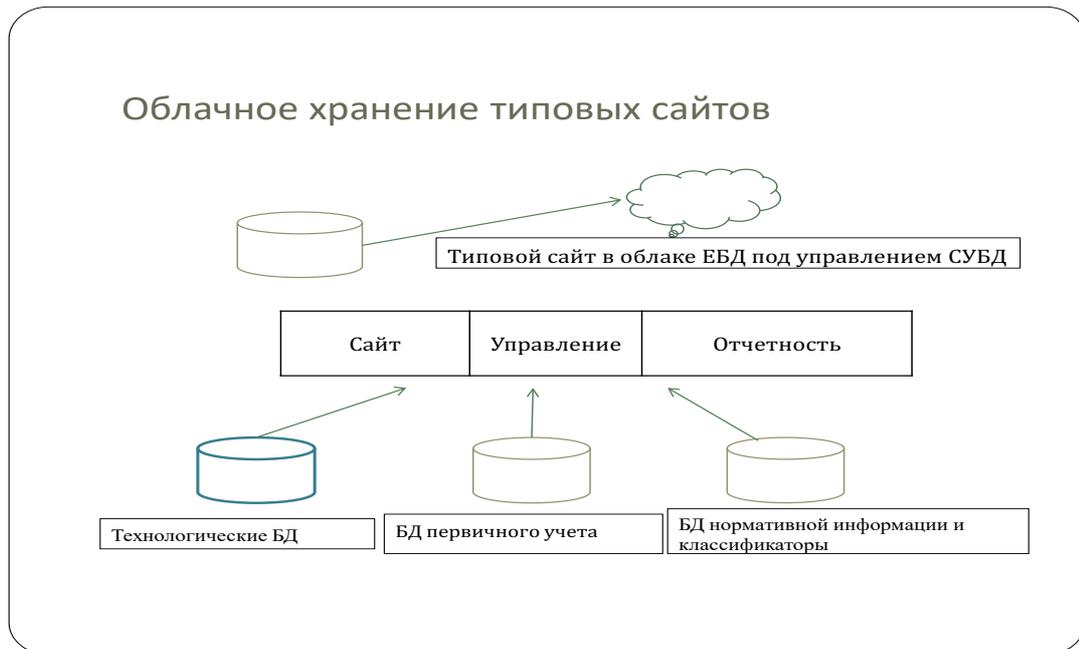


Рис. 4. Облачное хранение типовых сайтов

Более того, анализ показал, что и для других отраслей эти две взаимосвязанные ЦП могут выступать в качестве стандарта, главная из которых представляет облачный сервис хранения на основе мощных систем управления БД (СУБД) первичной учетной информации всех предприятий в единой облачной БД (ЕБДПУ) в виде указанного выше кортежа, а также облачный сервис единой БД технологического учета (ЕБДТУ) всех предприятий под управлением СУБД [8, 9].

Представленная ЦП приобретает особенное значение в настоящее время, когда технологии дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) и геоинформационные системы (ГИС) начинают активно внедряться в такой относительно молодой сфере аграрного производства, как точное земледелие (ТЗ), требующего сочетания большого количества данных и технологий. На рис. 5 представлена схема перспективной ЦП применения ГИС в сельском хозяйстве. Рассмотрим отдельные звенья данной схемы. В настоящее время вся информация ДЗЗ находится в гетерогенных структурах БД наземных различных ведомственных комплексов и центров. Информация в большинстве случаев передается потребителям в виде снимков, которые тем приходится как-то дешифровать, затрачивая значительные средства. Эффективным способом решения данной проблемы было бы создание единой ГИС ДЗЗ с единым центром дешифровки, откуда пользователи смогут получать готовые оцифрованные снимки. Следует отметить, что в этом направлении появились подвижки. Появилось предложение в Концепции развития российской космической системы ДЗЗ на период до 2025 года о создании Единой территориально-распределенной информационной системы ДЗЗ (ЕТРИС ДЗ) с интеграцией всех информационных ресурсов ДЗЗ в единое геоинформационное пространство. Данная система существенно облегчит и удешевит доступ различных потребителей ДЗЗ.

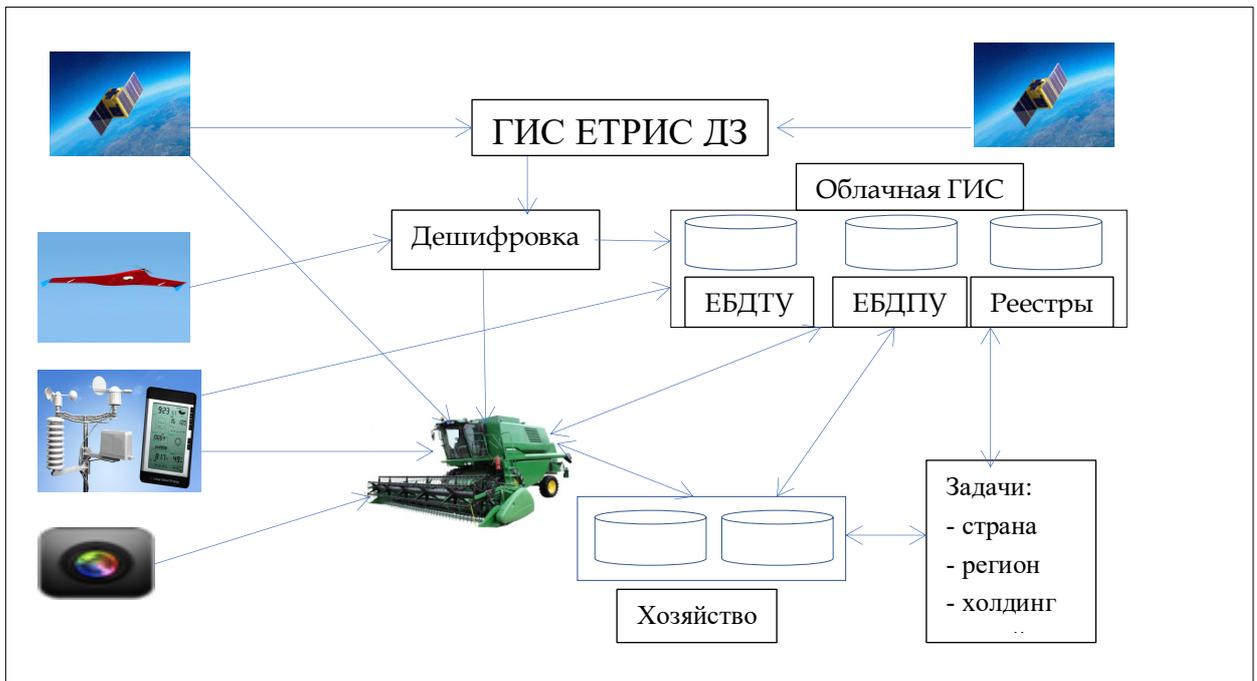


Рис. 5. Схема перспективной цифровой платформы применения геоинформационных систем в сельском хозяйстве

Информация после дешифровки должна попадать в облачную ГИС (ОГИС), объединяющую единую БД технологического учета, единую БД первичного учета и БД данных реестров всех материальных, интеллектуальных и человеческих ресурсов АПК. В качестве примера возможности формирования подобной ГИС можно привести существующую в ЕС Единую административно-управляющую систему (IACS), включающую данные о земельных участках и их землепользователях. Далее, информация со всех источников, космических, БЛА, мачт, гаджетов, датчиков наземных и установленных на сельскохозяйственной технике, попадает в облачную ГИС и часть непосредственно на принимающую аппаратуру полевых агрегатов. Таким образом, в ОГИС будет сосредоточена вся информация обо всех операциях, совершенных на каждом участке, с каждой головой (группой) животных, с каждым техническим средством всеми работниками на протяжении всего года. Будут отслеживаться все перемещения продукции и материалов, любой техники.

Данная ЦП на основе технологий ГИС представляет собой реализацию сквозных технологий в АПК на основе цифровых стандартов, которая создаст основу системы оперативного управления, планирования, станет инструментом для экономического анализа производства на основе математического моделирования, больших данных, нейросетей в различных срезах от конкретных производственных участков (голова скота, поля, средства производства, работника на каждом уровне) вплоть до федерального уровня с отслеживанием всех перемещений животных, техники, материальных ресурсов, людей на протяжении всего жизненного цикла их использования и деятельности. Экономика страны станет более прозрачной.

## Выводы

Конечно, рассчитать и сформировать сквозные технологии в АПК с распространением на другие отрасли на основе математической модели формирования ЦП управления экономикой страны с достаточной степенью точности – довольно сложная задача. Для этого пришлось бы сначала проделать громадную работу по онтологическому моделированию всей деятельности в стране с созданием единых информационных классификаторов (реестров) всех ресурсов в экономике, упомянутых выше. Поэтому из Минкомсвязи на предложения по реализации представленной выше концепции от 10.09.2019г. ответили, что реализация предложений преждевременна в силу отсутствия средств. Указанные выше стандарты, подобно огромному количеству стандартов в мире, не отрицают рыночного подхода к цифровизации экономики страны, а позволяют значительно более эффективно использовать выделяемые на эти цели ресурсы.

## Литература

1. ИТАПК-2019: теория и практика цифровизации аграриев. // Connect, май-июнь 2019.
2. Ушачев И.Г. Система управления – основа реализации модели инновационного развития агропромышленного комплекса России. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. М. ГНУ ВНИИЭСХ, 2013.
3. Акаев А.А., Рудской А.И. Конвергентные ИКТ как ключевой фактор технического прогресса на ближайшие десятилетия и их влияние на мировое экономическое развитие. International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 5, no. 1, 2017, стр. 1-18.
4. Брукс, Ф. Мифический человеко-месяц или как создаются программные системы. – СПб.: Символ-Плюс, 2001. – 304 с.
5. Эксперты: развитие цифровой экономики в РФ невозможно без расширения стандартизации. [Электронный ресурс]. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/5363155/> (дата обращения 17.09.2019).
6. Гайдаш К.А., Меденников В.И. Интеграция референтных моделей знаний различных отраслей. Материалы Международной научной конференции “Математическое моделирование и информационные технологии в инженерных и бизнес-приложениях”. Воронеж, 3–6 сентября 2018 г. С. 27-36.
7. Меденников В.И. Теоретические аспекты синтеза структур компьютерного управления агропромышленным производством. // Аграрная наука, 1993, N 2.
8. Ерешко Ф.И., Кульба В.В., Меденников В.И. Интеграция цифровой платформы АПК с цифровыми платформами смежных отраслей // АПК: экономика, управление, 2018, № 10, стр. 34-46.
9. Меденников В.И. Математическая модель формирования цифровых платформ управления экономикой страны. // Цифровая экономика, 2019, № 1, стр. 25-35.

# CROSS-CUTTING TECHNOLOGIES IN AGRO-INDUSTRIAL SECTOR ON THE BASIS OF DIGITAL STANDARDS

**Ereshko Felix Ivanovich**

*Doctor of technical sciences*

*Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences,  
A.A. Dorodnitsyn Computer Center, head of the department  
Moscow, Russian Federation  
fereshko@yandex.ru*

**Medennikov Victor Ivanovich**

*Doctor of technical sciences*

*Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences,  
A.A. Dorodnitsyn Computer Center, head of the department, leading researcher  
Moscow, Russian Federation  
dommed@mail.ru*

**Kulba Vladimir Vasilevich**

*Doctor of technical sciences, professor*

*Institute of Control Sciences of the Russian Academy of Sciences, chief researcher  
Moscow, Russian Federation  
kulba@ipu.ru*

**Astract**

*The paper considers the scientific approach to the formation of a single digital platform for the agro-industrial sector based on the corresponding mathematical model. As part of the mathematical modeling of the digital platform of the agro-industrial sector, digital standards are obtained that are common to all sectors of the economy. The proposed unified digital platform and digital standards are cross-cutting management technologies in the agricultural sector.*

**Keywords**

*digitalization of agribusiness, standards of the digital economy, mathematical model*

**References**

1. ИТАПК-2019: теория и практика цифровизации аграриев. // Connect, май-июнь 2019.
2. Ushachev I.G. Sistema upravleniya – osnova realizatsii modeli innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossii. Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. M. GNU VNIIESKH, 2013.
3. Akayev A.A., Rudskoy A.I. Konvergentnyye IKT kak klyuchevoy faktor tekhnicheskogo progressa na blizhayshiyе desyatiletiya i ikh vliyaniye na mirovoye ekonomicheskoye razvitiye. International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 5, no. 1, 2017, str. 1-18.
4. Bruks, F. Mificheskoy cheloveko-mesyats ili kak sozdayutsya programmnyye sistemy. – SPb.: Simvol-Plyus, 2001. – 304 s.
5. Eksperty: razvitiye tsifrovoy ekonomiki v RF nevozmozhno bez rasshireniya standartizatsii. [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/5363155/> (data obrashcheniya 17.09.2019).
6. Gaydash K.A., Medennikov V.I. Integratsiya referentnykh modeley znaniy razlichnykh otrasley. Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii Matematicheskoye modelirovaniye i informatsionnyye tekhnologii v inzhenernykh i biznes-prilozheniyakh". Voronezh, 3–6 sentyabrya 2018 g. S. 27-36.
7. Medennikov V.I. Teoreticheskiye aspekty sinteza struktur komp'yuternogo upravleniya agropromyshlennym proizvodstvom. // Agrarnaya nauka, 1993, N 2.
8. Yereshko F.I., Kul'ba V.V., Medennikov V.I. Integratsiya tsifrovoy platformy APK s tsifrovymi platformami smezhnykh otrasley // APK: ekonomika, upravleniye, 2018, № 10, str. 34-46.
9. Medennikov V.I. Matematicheskaya model' formirovaniya tsifrovoykh platform upravleniya ekonomikoy strany. // Tsifrovaya ekonomika, 2019, № 1, str. 25-35.

## Образование в информационном обществе

# ТРАНСФОРМАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ: ТРАДИЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ИЛИ ДИСТАНЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ?

Статья рекомендована к публикации членом редакционного совета И.Ю. Алексеевой 12.02.2020.

**Кузнецов Андрей Геннадьевич**

*Кандидат технических наук*

*Пермский государственный национальный исследовательский университет*

*г. Пермь*

*sp\_9914@mail.ru*

**Никитина Елена Юрьевна**

*Кандидат физико-математических наук, доцент*

*Пермский государственный национальный исследовательский университет*

*г. Пермь*

*neyu@psu.ru*

### Аннотация

*Рассматриваются некоторые проблемы образования России в связи с актуальностью применения дистанционного образования в учебном процессе.*

### Ключевые слова

*информатизация образования, дистанционное образование, проблемы образования.*

### Введение

С развитием информационных технологий происходит все большая глобализация цифрового пространства, широкое внедрение устройств, обеспечивающих условия для дистанционного общения как людей между людьми, так и между обучающимися и учебными заведениями.

Информатизация образования – комплекс мер по преобразованию педагогических процессов на основе внедрения в обучение и воспитание информационной продукции, средств, технологий. Рост потребности в информации и увеличение потоков информации в человеческой деятельности обуславливает появление новых информационных технологий.

Проникновение в образование новых информационных технологий заставляет посмотреть на дидактический процесс как на информационный процесс, в котором происходит получение информации учащимися, её переработка и использование.

Программированное обучение и вслед за ним технология обучения показали, что учение, понимаемое как процесс переработки информации, может быть строго управляемо, подобно процессам в сложных системах, которыми занимается кибернетика. Поэтому информатизацию образования следует рассматривать не просто как использование компьютера и других электронных средств в обучении, а как новый подход к организации обучения, как направление в науке, которое учёные называют педагогической информатикой [1].

В узком смысле под информатизацией образования понимается внедрение в учреждения системы образования средств информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) и педагогических технологий, базирующихся на этих средствах.

В более широком смысле информатизация образования понимается как часть информатизации общества, которую принято связывать с «информационным взрывом». Сущность

---

© Кузнецов А.Г., Никитина Е.Ю., 2020. Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>

его состоит в экспоненциальном нарастании количества социально значимой информации (научной, технологической, культурной и др.).

Система образования – это открытая, непрерывно развивающаяся система. Система образования эффективна, если соответствует времени и основывается на стратегии развития общества и человека в нем. Система образования должна постоянно обновляться целями, содержанием, образовательными технологиями, организационными формами, механизмами управления, потому что ориентирована на будущее [2].

### **Необходимое обеспечение внедрения дистанционных технологий в образовательный процесс**

В настоящее время широкую дискуссию вызывает тема внедрения в образовательную практику дистанционных методов обучения.

На полюсах этого обсуждения находятся позиции абсолютного неприятия дистанционного образования и позиция, что дистанционное образование «убьет» традиционное образование.

При этом первая позиция обусловлена в первую очередь сопротивлением позиции сторонников всеобщей «дистанциализации» со всеми его достоинствами и недостатками (перегибами). Позиция же апологетов дистанционного образования имеет вполне конкретную административную поддержку со стороны так называемого «эффективного менеджмента».

В Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» дистанционные образовательные технологии определены как «образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников» [3].

Поскольку дистанционное образование – это образование с использованием информационно-коммуникационных технологий, то первый вопрос, на который необходимо ответить – это вопрос о том, что необходимо для реализации дистанционного образования.

Для начала вновь обратимся к закону – «в организации, осуществляющей образовательную деятельность, должны быть созданы условия для функционирования электронной образовательной среды, включающей в себя электронные информационные ресурсы, электронные образовательные ресурсы, совокупность информационных технологий, телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств и обеспечивающей обучение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся» [3].

Таким образом, реализация дистанционных методов образования должна включать в себя в обязательном порядке:

- Техническое обеспечение образовательного процесса.
- Программное обеспечение образовательного процесса.
- Содержательное обеспечение образовательного процесса.

Техническое обеспечение образовательного процесса – это совокупность технических средств, которые необходимы для осуществления функционирования системы дистанционного образования. К данным средствам относятся:

- Средства вычислительной техники, используемые для размещения программного обеспечения образовательного процесса.
- Средства вычислительной техники, используемые для размещения содержательного обеспечения образовательного процесса.
- Средства связи для подключения и управления подключениями всех пользователей системы дистанционного образования.

Техническое обеспечение должно давать участникам образовательного процесса возможность подключения к соответствующему ресурсу, на котором функционирует система дистанционного обучения. Кроме того, техническое обеспечение должно предоставлять возможности для размещения образовательного контента: информационных, учебных, контролирующих материалов. В идеале технические средства обеспечивают поддержку средств взаимодействия участников образовательного процесса.

Программное обеспечение образовательного процесса – это совокупность программных средств, которые со своей стороны необходимы для осуществления функционирования системы дистанционного образования. В состав данных средств входят:

- Средства для управления подключениями участников образовательного процесса.
- Средства для размещения и отображения участникам в удобном для них виде учебных, информационных и контролирующих материалов.
- Средства для осуществления контроля знаний обучающихся.
- Средства для обеспечения взаимодействия участников образовательного процесса.

Содержательное обеспечение образовательного процесса – это совокупность средств, которые предоставляются обучающемуся для изучения дисциплины.

Набор данных средств разнообразен – тексты, рисунки, таблицы, графики, изображения, видео, аудио, тесты, глоссарии и т.д. Выбор конкретных средств определяется преподавателем-разработчиком соответствующей дисциплины.

## **Проблемы обеспечения внедрения дистанционных технологий в образовательный процесс**

Говоря о техническом обеспечении, мы сталкиваемся с первой частью проблем дистанционного образования.

В данный момент мы намеренно не учитываем технические средства самих участников образовательного процесса. Мы рассматриваем только те технические средства, которые обеспечивают собственно функционирование ресурсов, обеспечивающих систему дистанционного обучения.

Если проанализировать вышеперечисленные требования к техническому обеспечению образовательного процесса при дистанционном образовании, то можно однозначно сказать, что используемые средства вычислительной техники должны иметь достаточно высокие характеристики, а средства связи – иметь достаточную пропускную способность.

Опять же мы намеренно не приводим конкретные технические параметры средств вычислительной техники и средств связи, поскольку они определяются и используемым программным обеспечением образовательного процесса, и содержательным обеспечением образовательного процесса, и количеством участников данного процесса. Такого рода конкретные требования могут быть корректно определены только при рассмотрении конкретного учебного заведения, которое планирует применение средств дистанционного обучения в образовательном процессе. Для формулировки требований к техническим средствам необходимо привлечение как специалистов в области информационно-коммуникационных технологий, так и педагогических работников учебного заведения. При этом квалификация привлекаемых специалистов должна быть достаточна для корректной формулировки такого рода требований. Также необходимо обязательно учесть, что у данных специалистов должна отсутствовать заинтересованность в лоббировании тех или иных решений (что, к сожалению, нередко встречается на практике).

Обсуждая программное обеспечение, мы сразу же можем заметить второй блок проблем дистанционного образования.

Данные проблемы, подобно проблемам с техническим обеспечением, связаны вновь с формулировкой конкретных требований, которые будут предъявляться к используемому программному обеспечению, установленному на конкретные средства вычислительной техники. И вновь мы не рассматриваем программное обеспечение участников образовательного процесса. Мы рассматриваем только категорию программного обеспечения, которая отвечает за работоспособность системы дистанционного образования в учебном заведении.

Самая первая проблема, которую придется решить учебному заведению, это проблема выбора – использовать ли для организации дистанционного образования какое-то существующее программное обеспечение или создавать такое программное обеспечение самостоятельно. Разные учебные заведения поступают по-разному. Есть те, кто идет по первому пути, но и существуют учебные заведения, создающие собственные системы дистанционного обучения. Если в первом случае от учебного заведения потребуется лишь человек, который будет способен администрировать работу данного программного обеспечения, то во втором случае в дополнение к наличию администратора, обязательно наличие либо собственных разработчиков, либо достаточных финансовых средств для заказа разработки программного обеспечения в соответствии с требованиями учебного заведения.

Вторая проблема заключается в том, какие именно функции будет выполнять программное обеспечение для дистанционного образования. В этом отношении прослеживается связь с содержательным обеспечением образовательного процесса.

Как минимум, форма реализации дистанционного образования для участников может быть следующей:

- «Электронный учебник», когда обучающемуся предоставляются только учебные и контролирующие материалы и отсутствуют средства взаимодействия как с преподавателем, так и между самими обучающимися.
- Системы дистанционного обучения, позволяющие не только предоставлять учебные и контролирующие материалы, но и устанавливать по результатам обучения траекторию изучения материала. Системы такого вида как правило, включают небольшие возможности взаимодействия между участниками образовательного процесса – например, в виде аналогов электронной почты.
- Системы дистанционного обучения, включающие в себя видеоконференцсвязь. Подобные системы не только предоставляют возможность обучающимся получать учебные и контролирующие материалы, но и самое главное, с нашей точки зрения, «живое» общение преподавателя с обучающимися как в рамках изучения учебного материала (например, проведение лекций), так и проведения разнообразных дискуссий, обмена мнениями и т.д.

Необходимо отметить, что согласно Федеральному закону «Об образовании в Российской Федерации» названная нами форма «электронный учебник» не может быть отнесена к дистанционным образовательным технологиям. В законе данная форма относится к электронному обучению. Тем не менее, мы указываем и эту форму, поскольку в практике образовательных организаций данная форма хорошо укрепилась в практике образовательных организаций и в большинстве случаев понимается образовательными организациями также как дистанционное образование.

Если рассматривать только эти три формы реализации, то, на наш взгляд, совершенно очевидно, что требования к программному обеспечению для реализации дистанционного образования кардинально отличаются.

В отношении содержательного обеспечения также имеются свои проблемы дистанционного образования. И если проблемы технического и программного обеспечения образовательного процесса – это проблемы учебного заведения, то проблемы содержательного обеспечения – это проблемы конкретного преподавателя.

Во-первых, от того, какая учебным заведением выбрана форма реализации дистанционного образования, зависит количество усилий, прикладываемых преподавателем для подготовки и реализации соответствующей дисциплины.

В случае реализации в виде «электронного учебника», преподаватель может один раз подготовить необходимые тексты, рисунки, контрольные и т.д. и передать их для необходимого оформления в системе дистанционного обучения ответственному сотруднику. Далее преподаватель получает результаты контроля знаний обучающихся на разных этапах и отмечает их в документах учебного заведения.

В случае, когда дистанционное образование реализуется с использованием видеоконференцсвязи, преподавателю уже недостаточно подготовить разнообразные материалы. Теперь для него дистанционное образование будет представлять реальную педагогическую работу с аудиторией, но присутствующей виртуально в режиме онлайн.

Во-вторых, мы считаем, качество реализации содержания дистанционного образования будет определяться личностью самого преподавателя, его отношением к работе с обучающимися. Тем, насколько конкретный преподаватель захочет «напрягаться» при реализации дистанционного образования.

## **Неочевидные проблемы внедрения дистанционных технологий в образовательный процесс**

Однако имеется еще одна проблема дистанционного образования. На наш взгляд, она незаметна в большинстве случаев при обсуждении его сути.

В Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» сказано, что «Образование – это единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, являющийся общественно

значимым благом и осуществляемый в интересах человека, семьи, общества и государства, а также совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенции определенных объема и сложности в целях интеллектуального, духовно-нравственного, творческого, физического и (или) профессионального развития человека, удовлетворения образовательных потребностей и интересов» [3].

Если внимательно вчитаться в данное определение, то становится видна данная проблема. На наш взгляд, она заключается в том, что дистанционное образование концентрируется на реализации процесса обучения, но при этом практически не затрагивает процесс воспитания обучающихся. Воспитание же происходит опосредованно и спонтанно.

И, наконец, остается еще один немаловажный вопрос – вопрос о мотивировании к обучению при дистанционном образовании. Этот вопрос есть и при «обычном» обучении. С нашей точки зрения, при реализации дистанционного образования он приобретает особую остроту.

## **Заключение**

Авторы не являются противниками дистанционного образования, как это может показаться из приведенных нами рассуждений о его проблемах. Имеется целый ряд неоспоримых положительных моментов в данных технологиях. Самый простой пример – дистанционное образование может стать реальной возможностью для обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Мы не считаем, что перечисленные проблемы являются непреодолимыми. Считаем, что дистанционному образованию, проработке вопросов его реализации, должно быть уделено серьезное внимание со стороны государства. Устранение перечисленных препятствий будет способствовать повышению эффективности всей системы образования.

## **Литература**

1. Современный словарь по педагогике / Сост. Рапацевич Е.С. Мн.: Современное слово, 2001. 928 с.
2. Полянин А.Б., Миндоров Н.И., Никитина Е.Ю. Информационные и коммуникационные технологии в образовании. Пермь, Департамент образования и науки Пермской области, 2004г. 55с.
3. Федеральный Закон «Об образовании».

# TRANSFORMATION OF THE EDUCATION: TRADITIONAL EDUCATION OR DISTANCE EDUCATION?

**Kouznetsov, Andrey Gennadyevich**

*Candidate of technical sciences*

*Perm State National Research University, Mechanical and Mathematical faculty, dean*

*Perm, Russian Federation*

*sp\_9914@mail.ru*

**Nikitina, Elena Yuryevna**

*Candidate of physical and mathematical sciences, associate professor*

*Perm State National Research University, Information Safety and Telecommunication Department*

*Perm, Russian Federation*

*neyu@psu.ru*

## Abstract

*Some problems of Russian education are considered in connection with the relevance of the use of distance education in the educational process.*

## Keywords

*informatization of education, distance education, problems of education*

## References

1. Modern Dictionary of Pedagogy/Comp. Rapatsevich E.S. Mn.: Modern word, 2001. 928 pages.
2. Polyanin A.B., Mindorov N.I., Nikitina E.Yu. Information and communication technologies in education. Perm, Department of Education and Science, Perm Region, 2004. 55 pages.
3. Federal Education Act.

Технологии информационного общества

## РОБОТЫ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ И СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИМ ЗРЕНИЕМ НА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОМ РЫНКЕ ТРУДА

Статья рекомендована к публикации членом редакционного совета А.Н. Райковым 31.01.2020

**Брындин Евгений Григорьевич**

*Исследовательский центр «Естествоинформатика», директор  
Новосибирск, Российская Федерация  
bryndin15@yandex.ru*

### Аннотация

*Искусственный интеллект робота – это цифровой двойник интеллекта человека, способный к обучению, переобучению, самореализации и развитию профессиональных и поведенческих креативных инновационных компетенций и навыков. Робот представляет собой технологический и программный когнитивный комплекс. Реализация искусственного интеллекта роботом осуществляется на основе критерия предпочтений накапливаемых профессиональных и поведенческих креативных инновационных компетенций и навыков. Спектроскопическое зрение робота воспринимает предметы и объекты по их спектру частот. Для обучения робота распознаванию предметов и объектов используется частотная спектральная технология машинного обучения. Спектроскопическое зрение воспринимает спектр излучений предметов, а искусственная обученная нейронная сеть распознает их по спектру.*

### Ключевые слова

*искусственный интеллект, цифровой двойник, критерий предпочтений, функция полезности, качественного отбор, спектроскопическое зрение*

### Введение

Роботы могут решать множество разнообразных практических задач. Медицина, банковское обслуживание, промышленность, образование, гостиничный бизнес и даже развлечения – основные области применения роботов.

Здравоохранение – одна из самых прогрессивных сфер, в которой применяется труд роботов. В настоящее время активно развивается роботизированная хирургия. В медицине достигнут большой прорыв с тех пор, как стали использоваться бионические протезы, которыми человек может управлять при помощи собственной нервной системы. Более того, при помощи протеза человек может чувствовать прикосновение, тепло и давление.

Роботизированные системы применяют в сфере безопасности: устройства со специальными датчиками оперативно обнаруживают пожароопасные ситуации и успешно предотвращают их.

Современные заводы и предприятия далеко продвинулись за счет современных технологий. Автоматизированные промышленные роботы применяются для сварки, укладки, покраски и прочих операций, требующих многократного повторения и высокой точности.

В Японии, России, Тайване, Китае и других развитых странах создали андроидов, которые умеют поддерживать беседу и даже шутить.

Космонавты-роботы активно используются человеком в освоении просторов Вселенной. Они собирают образцы почвы и исследуют новые пространства в условиях повышенной радиации и экстремальных температур. Российский Робот FEDOR (Final Experimental Demonstration Object Research) – антропоморфный робот является космонавтом Skybot F-850.

Появляются роботы для высокотехнологичной работы, которая по зубам искусственному интеллекту.

---

© Брындин Е.Г., 2020. Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>

С появлением искусственных нейронных сетей в современном мире роботы научились творить. В современной жизни человек уже использует роботов во всех сферах своей деятельности. В большинстве своём роботы являются незаменимыми помощниками. Человек пытается создать для своих роботов искусственный интеллект. С искусственным интеллектом роботы смогут самостоятельно оценивать происходящее вокруг них и принимать решения по действиям, которые им необходимо произвести.

Развитие технологий ИИ и машинного обучения и их применение в робототехнике является необходимым условием для создания действительно полезных и умных роботов. Статистические методы и машинное обучение, включая искусственные нейронные сети глубокого обучения, оказали громадное влияние на современную робототехнику. Идет усложнение архитектуры сетей и увеличение ее емкости при сохранении приемлемой скорости обучения, а также развитие систем, которые позволяют нейронным сетям работать с минимальным энергопотреблением. Важной задачей в повышении эффективности машинного обучения является уменьшение обучающей выборки при сохранении скорости и качества обучения. Начинается обучение алгоритмам действия. Нейронная сеть, обученная на примере одного размеченного датасета, может самостоятельно обучаться и делать выводы на неразмеченных датасетах. В результате процесс обучения становится быстрее, обрабатываются большие массивы данных, а качество результатов повышается.

Текущая практика робототехники показывает, что наилучших результатов в увеличении производительности труда можно добиться от максимальной эффективности связки команд роботов и людей, работающих совместно для достижения общей цели. Повышение социального взаимодействия между человеком и роботами в повседневной и рабочей жизни является предметом многочисленных исследований, некоторые из них стали основой целых много миллиардных индустрий. Примером успешной реализации технологий социального взаимодействия являются голосовые помощники и чат-боты.

Роботы уже могут и фиксировать навыки движения человека, и копировать его. Машинное обучение позволяет повысить эффективность работы приводов и улучшить возможности передвижения. В результате выполнение движений повышенной сложности будет достигаться более простыми средствами. Сейчас разработки в данном направлении ведут Boston Dynamics и MIT с роботом Atlas. Исследователи надеются, что в случае успеха применение нейронных сетей позволит найти новые варианты движений, которые будут эффективнее. В ближайшие годы качество обучения улучшится, равно как и повысится степень автономности роботов.

Существует ряд социально-экономических вопросов, связанных с человеко-машинным взаимодействием. Сложные технологии не вызывают доверия со стороны граждан. Ближайшие годы уйдут на повышение безопасности и стандартизацию создания, применения и поведения роботов [1].

В статье кратко рассматривается подход к созданию роботов со спектроскопическим зрением и искусственным интеллектом, способного работать на рынке высокотехнологичного труда.

## 1 Когнитивная умная архитектура робота

Когнитивная умная архитектура включает искусственные нейронные сети, алгоритмы машинного обучения, когнитивную систему smart big data, систему качественного отбора (рис. 1).

Когнитивная архитектура робота на основе критерия предпочтений развивает функциональную деятельность. Умная когнитивная архитектура робота шаг за шагом определяет, как лучше всего достичь заданных целей и реализовать предпочтения посредством действий функции полезности на основе качественного отбора. Профессиональное самосовершенствование осуществляется путем машинного переобучения по критерию предпочтений на основе обширной статистики качественного отбора накопленных креативных инновационных навыков и компетенций в период шестого технологического уклада индустрии 4.0. Умная когнитивная архитектура робота развивает его искусственный интеллект путем машинного переобучения, на основе обширной статистики накапливаемых в базе знаний креативных инновационных компетенций и в базе умений соответствующих профессиональных и поведенческих навыков [2-11].

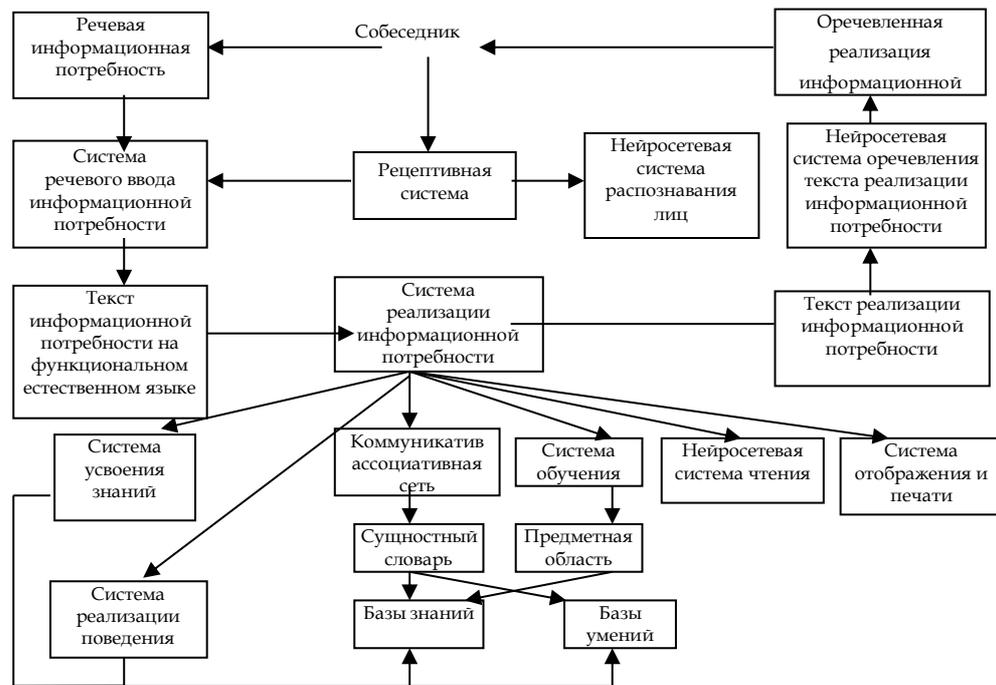


Рис. 1. Архитектура работа с искусственным интеллектом

## 2 Методы автоматизации

Прежде всего это многочисленные методы моделирования процессов (физических и информационных), которые как оценивают его текущую работу, так и позволяют делать прогнозы на будущее: как поведет себя модель при изменении того или иного ее параметра. Другие методы дают возможность изучить внешние параметры и структуру объекта еще до его создания, проанализировать свойства или же изучить имеющиеся параметры и выполняемые процессы. Третьи – получить данные и надежности объекта или системы, получаемые на базе модели, анализирующей последствия рисков. При этом все данные можно получать совместно и анализировать их в комплексе.

Индустрия 4.0 предлагает вариант получения цифровых двойников технологических процессов: за счет средств машинного обучения нейросетей, использующих огромный массив данных о производственном процессе. Необходимо собрать много данных, поэтому нужна по-настоящему надежная стратегия сбора и обработки, чтобы использовать полные данные и получить конкурентное качество продукции. Цифрового двойника требуется переобучать после реконструкции или модернизации технологического процесса.

Также требуется строить точные аналитические модели, которые можно будет применить к каждому из цифровых двойников. Под цифровым двойником подразумевается комплекс цифровых технологий, которые используют подходы статистического анализа, машинного обучения, химии, физики, теории управления, теории надежности, теории массового обслуживания, численного моделирования, оптимизации, имитационное моделирование.

Решения с использованием цифровых двойников строятся на целом комплексе технологий. Виртуальная модель, как правило, находится в облаке. Для построения комплексной модели цифровых двойников применяются различные инструменты, в частности, используются численные методы моделирования физических процессов в материалах объекта с целью прогнозирования реакции изделия на различные эксплуатационные нагрузки.

Для построения комплексной модели двойника технологического процесса используются численные методы моделирования физических процессов в материалах объекта. С помощью метода конечных элементов (FEA – Finite Element Analysis) можно моделировать поведение сложных систем путём разбиения их на множество элементов, достаточно малых для того, чтобы рассматривать их свойства как однородные. Также применяются CAD-модели (англ. computer-aided design/drafting, средства автоматизированного проектирования), которые несут информацию о внешнем виде и структуре объектов, материалах, процессах, размерах и прочих параметрах. Используются также FMEA-модели (Failure Mode and Effects Analysis, анализ видов и последствий

отказов), основанные на анализе надежности систем. Они могут объединять математические модели отказа со статистической базой данных о режимах отказа. Фактически это методология проведения анализа и выявления наиболее критических шагов производственных процессов.

Эксперты выделяют три типа двойников: цифровые двойники-прототипы (Digital Twin Prototype, DTP), цифровые двойники-экземпляры (Digital Twin Instance, DTI) и агрегированные двойники (Digital Twin Aggregate, DTA).

**Digital Twin Prototype (DTP, прототипы)** представляет собой виртуальный аналог имеющегося в реальности физического объекта. Он включает данные для всесторонней характеристики модели, включая информацию по его созданию в реальных условиях. В перечень входят:

- требования к производству,
- трехмерная модель объекта,
- описание материалов и их специфика,
- выполняемые технологические процессы и/или услуги,
- требования к утилизации.

DTP-двойник характеризует физический объект, прототипом которого он является, и содержит информацию, необходимую для описания и создания физической версии объекта. Эта информация включает требования к производству, аннотированную трехмерную модель, спецификацию на материалы, процессы, услуги и утилизацию.

**Digital Twin Instance (DTI, экземпляры)** представляют собой данные по описанию того или иного физического объекта. В большинстве случаев они содержат:

- аннотированную трехмерную модель, включающую общие размеры и допуски,
- данные о материалах с учетом используемых в прошлом и настоящем времени и компонентах,
- информацию о выполняемых процессах во всех временных отрезках, включая выполненных при создании объекта,
- итоги всех тестовых операций,
- записи о проведенных ремонтах (плановых, внеплановых, предупредительных), ТО, замененных деталях и компонентах,
- операционные данные, полученные от датчиков,
- параметры мониторинга (ранние, текущие и ожидаемые).

DTI-двойники описывают конкретный физический объект, с которым двойник остается связанным на протяжении всего срока службы. Двойники этого типа обычно содержат аннотированную 3D-модель с общими размерами и допусками, спецификацию на материалы, в которой перечислены текущие и прошлые компоненты, спецификацию на процессы с перечислением операций, которые были выполнены при создании этого физического объекта, а также результаты любых тестов на объекте, записи о сервисном обслуживании, включая замену компонентов, операционные показатели, результаты тестов и измерений, полученные от датчиков, текущие и прогнозируемые значения параметров мониторинга.

**Digital Twin Aggregate, DTA (агрегированный двойник)** – это стандартная вычислительная система, объединяющая все цифровые двойники и их реальные прототипы, позволяющая собирать данные и обмениваться ими. DTA-двойники определяются как вычислительная система, которая имеет доступ ко всем цифровым двойникам-экземплярам и может посылать им запросы в режиме случайных или активных опросов.

Цифровой двойник позволяет по минимальным ключевым параметрам воспроизвести все остальные показатели объекта. С помощью этой технологии можно решать различные классы задач диагностики состояния объекта, прогнозирования, оптимизации работы, управления.

Цифровая модель содержит также историю обслуживания и эксплуатации изделия. В совокупности все эти данные позволяют прогнозировать поведение реального объекта. Кроме того, возможен мониторинг и тестирование целого парка объектов и проведение анализа на основе агрегированных данных.

Важно отметить, что в цифровых двойниках задействованы и технологии машинного обучения, потому что они являются, по сути, самообучающимися системами, которые используют информацию из целого ряда источников, включая данные с датчиков, осуществляющих мониторинг различных показателей рабочего состояния физического объекта, сведения от

специалистов-экспертов и от других подобных машин или парков машин, а также более крупных систем, частью которых может быть наблюдаемый физический объект.

Цифровые двойники можно создавать и для целого предприятия вместе со всеми его бизнес-процессами. Методы автоматизации позволяют оцифровать производственный процесс и представить в виде цифрового двойника, который служит для того, чтобы увидеть ту или иную ситуацию в развитии, предугадать ее конечный результат и постараться смоделировать оптимальный путь развития.

Цифровые двойники стали действительно сильным катализатором развития современных компаний. Цифровые двойники совместно с роботами [12-14] значительно упрощают техническую поддержку производственного процесса, экономят ресурсы, минимизируют риски ошибок и сбоев, что продлевает срок стабильной работы компании. Все это позволяет получить максимально возможную отдачу от инвестиций, повысить конкурентоспособность и нарастить спрос.

### 3 Подходы к выявлению предпочтений

Искусственный интеллект достигает целей на основе предпочтений. Выявить предпочтение на множестве объектов  $A$ , это значит указать множество всех тех пар объектов  $(a, b)$ , для которых объект  $a$  предпочтительней, чем  $b$ . При выявлении предпочтения возможны следующие подходы.

#### 1. Безусловный подход на основе таблицы.

Будем заполнять таблицу по принципу:

$a_{ij}=1$ , если  $i$ -ый объект лучше объекта  $j$ ;

$a_{ij}=0$ , если  $i$ -ый объект хуже объекта  $j$ .

#### 2. Логический подход.

Подход включает три этапа:

- выделяются частные критерии, по которым происходит выбор предпочтений;
- составляется таблица «альтернативы-частные критерии», в которой для каждой альтернативы указываются значения количественных частных критериев или ранги качественных критериев.
- выбирается *решающее правило* для определения лучшей альтернативы.

Поскольку рассматриваемые частные критерии – качественные, им даны не количественные, а ранговые оценки (по предпочтениям). Ранговые оценки можно рассматривать как баллы. На их основе нужно определить предпочтение. Для этого создается решающее правило. Например, 1,2,3.

1. *Абсолютное предпочтение*. Альтернатива  $a_i$  предпочтительней альтернативы  $a_j$ , если по всем частным критериям  $a_i$  предпочтительней  $a_j$  или эквивалентна ей. Абсолютное предпочтение обладает свойством транзитивности (если  $A$  предпочтительней  $B$  и  $B$  предпочтительней  $C$ , то  $A$  предпочтительней  $C$ ).

2. *Предпочтение по правилу большинства*. Альтернатива  $a_i$  лучше, чем  $a_j$ , если количество частных критериев, по которым  $a_i$  лучше  $a_j$ , больше количества критериев, по которым  $a_i$  хуже  $a_j$ .

3. *Критерий наибольшей суммы балльных оценок*. Вместо количественных оценок частных критериев можно проставлять их ранговые значения. Значение ранга рассматривается как балльная оценка, причем за наихудшее значение выставляется наименьший балл – 1, а за наилучшее значение – наибольший балл. Тогда критерий предпочтения формулируется так: альтернатива  $a_i$  лучше альтернативы  $a_j$ , если сумма балльных оценок для  $a_i$  больше, чем для  $a_j$ .

При использовании критериев предпочтения по правилу большинства или суммы балльных оценок часто на альтернативу налагается дополнительное требование – отсутствие частного критерия с наихудшим значением. Такие альтернативы сразу исключаются из рассмотрения.

При большом количестве альтернатив и частных критериев непосредственное определение лучшей альтернативы по критерию большинства становится затруднительным из-за сложности подсчета числа лучших и худших критериев для каждой альтернативы. В этом случае для выделения наилучшей альтернативы следует составлять *таблицу предпочтений*.

По правилу большинства и отсутствия наихудшего значения составляется таблица предпочтений для альтернатив: если альтернатива  $b$  предпочтительней  $a$ , то на пересечении строки  $b$  и столбца  $a$  ставится 1, иначе 0.

#### 4 Полезный выбор

Полезный выбор – это функция, с помощью которой можно представить предпочтения на некотором множестве нереализованного высокотехнологичного спроса. Понятие «полезность» было введено в экономическую науку английским философом Иеремией Бентамом (1748–1832). Сегодня вся наука о рыночной экономике, по сути, держится на двух теориях: полезности и стоимости. С помощью категории полезности объясняется действие закона спроса. Цифровой двойник искусственного интеллекта робота анализирует нереализованный спрос на высокотехнологичную продукцию на рынке. Выбор нереализованного спроса на высокотехнологичную продукцию на рынке на практике связан с использованием основных показателей экономической эффективности NPV, IRR, PB, PL, ROI и других. По основным показателям экономической эффективности робот определяет свое участие в нереализованном спросе на высокотехнологичную продукцию. Он выбирает и осваивает новые компетенции и навыки технологической программной функциональной реализации товаров или услуг для оперативного удовлетворения спроса с наименьшими затратами на производство [12-20].

#### 5 Спектроскопическое зрение робота

Изучением особенности взаимодействия излучения (света) с частицами, размер которых меньше длины волны занимается нанооптика. Технологии в области нанооптики включают сканирующую оптическую микроскопию ближнего поля, фотоусиленную сканирующую туннельную микроскопию и спектроскопию поверхностного плазмонного резонанса. Традиционная микроскопия для точной фокусировки света использует дифракционные элементы с целью повышения разрешения. Однако, из-за дифракционного предела (известного как критерий разрешения Релея) распространяющийся свет может быть сфокусирован в пятно с минимальным диаметром, составляющим половину длины волны света. Следовательно, для дифракционно-ограниченной микроскопии максимально достижимое разрешение составляет около двухсот нанометров.

В 2014 г. Нобелевская премия по химии была присуждена Эрику Бетцигу (США), Уильяму Мернеру (США) и Штефану Хеллю (Германия) за развитие методов флуоресцентной микроскопии со сверхвысоким разрешением. Эти методы получили широкое распространение начиная с 2008 года, когда микроскопия сверхвысокого разрешения была признана «методом года» в специальном выпуске журнала Nature Methods. Ключевым моментом метода – является получение информации о различных частях нанобъекта независимо друг от друга. Сканируя двумя лазерами с ярким центром, вы проходите по всему образцу и видите очень тонкую структуру с разрешением в нанометры. Эта система называется наноскопией. Наноскопия позволяет видеть очень тонкие структуры. Возрастает детализация получаемой информации. В настоящее время оптическая наноскопия со сверхразрешением можно использовать для реализации частотного спектрального зрения роботов.

Разработчики технического спектрального зрения стремятся к расширению их спектрального диапазона, спектральному и пространственному разрешению. В связи с этим возникает задача комплексного использования нескольких приборов, работающих в различных спектральных диапазонах. Представляется целесообразным использовать возможности совместного применения монофотонного УФ-С сенсора и гиперспектральных модулей видимого ближнего инфракрасного диапазона. УФ-С сенсор способен быстро обнаруживать интересующий объект и передать его координаты в блок управления для наведения гиперспектрометра на цель и её детальной съёмки с высоким спектральным и пространственным разрешением. В мультиспектральных системах улучшенного видения важную роль играет выбор стратегии объединения информации от нескольких видеоканалов. Спектроскопическое зрение робота помогает ему воспринимать частотные спектры предметов и объектов окружающей среды. Практическое применение гиперспектральных сенсоров видимого и ближнего инфракрасного диапазона охватывает широкий спектр задач науки и народного хозяйства как: геология, сельское, лесное и водное хозяйство, экология, городская инфраструктура и многие другие.

Эффективным инструментом для обнаружения и классификации объектов являются свёрточные нейронные сети CNN. Искусственная обученная нейронная сеть распознает их спектр, ассоциативно сравнивает с накопленными спектрами предметов и объектов в своей частотной базе. Путем ассоциативного сравнения определяет предмет или объект [21-22].

## Заключение

Технологии искусственного интеллекта занимают особое положение в структуре цифровой трансформации, затрагивая все сферы нашей жизни: от потребительского сектора до промышленности. Технологии искусственного интеллекта широко востребованы в самых разных отраслях цифровой экономики, но их полномасштабное практическое использование пока сдерживает неразвитость нормативной базы. Для того, чтобы упростить понимание, облегчить внедрение, снять регуляторные барьеры в отношении технологий искусственного интеллекта для максимально широкой аудитории потенциальных пользователей осуществляется стандартизация в области технологий искусственного интеллекта в рамках международной организации по стандартизации (ISO), прежде всего. Участниками и лидерами обсуждения являются представители компаний - разработчиков технологий и решений искусственного интеллекта, заинтересованных в создании благоприятной среды в экономике и в обществе для эффективного внедрения искусственного интеллекта в практику. Алгоритмы, методы и технологии искусственного интеллекта постоянно расширяются в направлении естественного интеллекта.

**Искусственный интеллект** становится научным прикладным направлением по разработке и созданию технологических и программных когнитивных комплексов цифрового двойника интеллекта человека, способного к обучению, переобучению, самореализации и развитию на основе критерия предпочтений и к улучшению функциональной деятельности качественным выбором и освоением креативных инновационных высокотехнологичных профессиональных и поведенческих навыков и компетенций.

## Литература

1. Report of COMEST on robotics ethics, 2017. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253952he>
2. Robotics Business Review – “The 2017 RBR50 List Names Robotics Industry Leaders, Innovators”, 2017 URL: <https://www.roboticsbusinessreview.com/download/2017-rbr50-list-names-robotics-industry-leaders-innovators/>
3. Markets and Markets Research – “Collaborative Robots Market”, 2017. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/collaborative-robot-market-194541294.html>
4. Cision. “Top Robotics Market by Industrial Robotics, Service Robotics – Global Forecast to 2022”, 2017. URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/top-roboticsmarket-by-industrial-robotics-service-robotics---global-forecastto-2022-300405291.html>
5. Gizmodo. “Robots Are Already Replacing Human Workers at an Alarming Rate”, 2017. URL: <https://gizmodo.com/robots-are-already-replacing-human-workers-at-an-alarmi-1793718198>
6. Evgeniy Bryndin. Cognitive Robots with Imitative Thinking for Digital Libraries, Banks, Universities and Smart Factories. International Journal of Management and Fuzzy Systems. V.3, N.5, 2017, pp 57- 66.
7. Evgeniy Bryndin. Technological Thinking, Communication and Behavior of Androids. Communications. Vol. 6, No. 1, 2018. Pages: 13-19.
8. Evgeniy Bryndin. Collaboration Robots with Artificial Intelligence (AI) as Digital Doubles of Person for Communication in Public Life and Space. Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx-Journal), Volume 1, No. 4, 2019. Pages: 1-11.
9. Evgeniy Bryndin. Mainstreaming technological development of industrial production based on artificial intelligence. COJ Technical & Scientific Research, 2(3). 2019. Pages: 1-5.
10. Evgeniy Bryndin. Program Hierarchical Realization of Adaptation Behavior of the Cognitive Mobile Robot with Imitative Thinking. International Journal of Engineering Management. Volume 1, Issue 4. 2017, pp. 74-79.
11. Evgeniy Bryndin. Social Cognitive Smart Robots: Guide, Seller, Lecturer, Vacuum Cleaner, Nurse, Volunteer, Security Guard, Administrator. Communications. Volume 7, Issue 1. 2019. Pages: 6-12.
12. Evgeniy Bryndin. Technological, Economic and Social Aspects of Management by Development of the Digital Industry 4.0. International Journal of Managerial Studies and Research (IJMSR), vol 6, no. 4, 2018, pp. 19-30
13. Evgeniy Bryndin. Directions of Development of Industry 4.0, Digital Technology and Social Economy. American Journal of Information Science and Technology. V 2, Issue 1.2018. P. 9-17.

15. Evgeniy Bryndin. Human Digital Doubles with Technological Cognitive Thinking and Adaptive Behaviour. *Software Engineering*, Volume 7, Issue 1, 2019. P. 1-9.
16. Evgeniy Bryndin. System retraining to professional competences of cognitive robots on basis of communicative associative logic of technological thinking. *International Robotics Automation Journal*. 2019; 5(3.):112-119.
17. Evgeniy Bryndin. Creative innovative transformational ecosystem of formation of humane technological society. *International Robotics Automation Journal*. 2019;5(3):91-94.
18. *Artificial Intelligence & Robotics: Industry Report & Investment Case*. 2019. <https://indexes.nasdaqomx.com/docs/NQROBO%20Research.pdf>
19. Брындин Е. Г. Умные когнитивные мобильные социальные роботы для развития регионального сервиса. *Ежегодник: Россия: тенденции и перспективы развития*, Вып.14, ч.2. - М.: ИНИОН РАН, 2019. С. 399-407.
20. Evgeniy Bryndin. Robots for Communication in Public in High-Tech Industry Life and Space. *Frontiers Journal of Current Engineering Research*. Volume 1, Issue 1, 2019. P. 1-10.
21. Evgeniy Bryndin. Robots with Artificial Intelligence and Spectroscopic Sight in Hi-Tech Labor Market. *International Journal of Systems Science and Applied Mathematic*, Volume 4, Issue 1, 2019.
22. Bryndin E.G. Putmakov A.N. Frequency color visualization of a condition of the person according to spectral analysis of biofield and biodiagnostics. *Journal of Medical Practice and Review*. 3(4)-2019. Pages: 505-509.
23. Evgeniy Bryndin, Irina Bryndina. Technological Diagnostics of Human Condition According to Spectral Analysis of Biofield. *Advances in Bioscience and Bioengineering*. Volume 7, Issue 3, 2019. Pages: 64-68.

# ROBOTS WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND SPECTROSKOPIC VISION IN THE HIGH-TECH LABOR MARKET

**Bryndin Evgeniy Grigoryevich**

*Research Center "Natural Informatics", director  
Novosibirsk, Russia  
bryndin15@yandex.ru*

## Abstract

*Robot artificial intelligence is a digital twin of human intelligence capable of learning, retraining, self-realization and developing professional and behavioral creative innovative competencies and skills. The robot represents a technological and software cognitive complex. Implementation of artificial intelligence by a robot is carried out on the basis of the criterion of preferences of accumulated professional and behavioral creative innovative competencies and skills. The robot's spectroscopic vision perceives objects and objects from their frequency spectrum. Frequency spectral technology of machine learning is used to teach the robot to recognize objects and objects. Spectroscopic vision perceives the spectrum of radiation of objects, and an artificial trained neural network recognizes them by spectrum.*

## Keywords

*artificial intelligence, digital twin, preference criterion, utility function, qualitative selection, spectroscopic vision*

## References

1. Report of COMEST on robotics ethics, 2017. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253952he>
2. Robotics Business Review – “The 2017 RBR50 List Names Robotics Industry Leaders, Innovators”, 2017 URL: <https://www.roboticsbusinessreview.com/download/2017-rbr50-list-names-robotics-industry-leaders-innovators/>
3. Markets and Markets Research – “Collaborative Robots Market”, 2017. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/collaborative-robot-market-194541294.html>
4. Cision. “Top Robotics Market by Industrial Robotics, Service Robotics – Global Forecast to 2022”, 2017. URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/top-roboticsmarket-by-industrial-robotics-service-robotics---global-forecastto-2022-300405291.html>
5. Gizmodo. “Robots Are Already Replacing Human Workers at an Alarming Rate”, 2017. URL: <https://gizmodo.com/robots-are-already-replacing-human-workers-at-an-alarmi-1793718198>
6. Evgeniy Bryndin. Cognitive Robots with Imitative Thinking for Digital Libraries, Banks, Universities and Smart Factories. International Journal of Management and Fuzzy Systems. V.3, N.5, 2017, pp 57- 66.
7. Evgeniy Bryndin. Technological Thinking, Communication and Behavior of Androids. Communications. Vol. 6, No. 1, 2018. Pages: 13-19.
8. Evgeniy Bryndin. Collaboration Robots with Artificial Intelligence (AI) as Digital Doubles of Person for Communication in Public Life and Space. Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx-Journal), Volume 1, No. 4, 2019. Pages: 1-11.
9. Evgeniy Bryndin. Mainstreaming technological development of industrial production based on artificial intelligence. COJ Technical & Scientific Research, 2(3). 2019. Pages: 1-5.
10. Evgeniy Bryndin. Program Hierarchical Realization of Adaptation Behavior of the Cognitive Mobile Robot with Imitative Thinking. International Journal of Engineering Management. Volume 1, Issue 4. 2017, pp. 74-79.
11. Evgeniy Bryndin. Social Cognitive Smart Robots: Guide, Seller, Lecturer, Vacuum Cleaner, Nurse, Volunteer, Security Guard, Administrator. Communications. Volume 7, Issue 1. 2019. Pages: 6-12.
12. Evgeniy Bryndin. Technological, Economic and Social Aspects of Management by Development of the Digital Industry 4.0. International Journal of Managerial Studies and Research (IJMSR), vol 6, no. 4, 2018, pp. 19-30

14. Evgeniy Bryndin. Directions of Development of Industry 4.0, Digital Technology and Social Economy. *American Journal of Information Science and Technology*. V 2, Issue 1.2018. P. 9-17.
15. Evgeniy Bryndin. Human Digital Doubles with Technological Cognitive Thinking and Adaptive Behaviour. *Software Engineering*, Volume 7, Issue 1, 2019. P. 1-9.
16. Evgeniy Bryndin. System retraining to professional competences of cognitive robots on basis of communicative associative logic of technological thinking. *International Robotics Automation Journal*. 2019; 5(3.):112-119.
17. Evgeniy Bryndin. Creative innovative transformational ecosystem of formation of humane technological society. *International Robotics Automation Journal*. 2019;5(3):91-94.
18. *Artificial Intelligence & Robotics: Industry Report & Investment Case*. 2019. <https://indexes.nasdaqomx.com/docs/NQROBO%20Research.pdf>
19. Bryndin Ye. G. Umnyye kognitivnyye mobil'nyye sotsial'nyye roboty dlya razvitiya regional'nogo servisa. *Yezhegodnik: Rossiya: tendentsii i perspektivy razvitiya*, Vyp.14, ch.2. - M.: INION RAN, 2019. S. 399-407.
- Evgeniy Bryndin. Robots for Communication in Public in High-Tech Industry Life and Space. *Frontiers Journal of Current Engineering Research*. Volume 1, Issue 1, 2019. P. 1-10.
20. Evgeniy Bryndin. Robots with Artificial Intelligence and Spectroscopic Sight in Hi-Tech Labor Market. *International Journal of Systems Science and Applied Mathematics*, Volume 4, Issue 1, 2019.
21. Bryndin E.G. Putmakov A.N. Frequency color visualization of a condition of the person according to spectral analysis of biofield and biodiagnostics. *Journal of Medical Practice and Review*. 3(4)-2019. Pages: 505-509.
22. Evgeniy Bryndin, Irina Bryndina. Technological Diagnostics of Human Condition According to Spectral Analysis of Biofield. *Advances in Bioscience and Bioengineering*. Volume 7, Issue 3, 2019. Pages: 64-68.

Технологии информационного общества

## ОБРАБОТКА РАЗНОРОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Статья рекомендована к публикации членом редакционного совета А.Н. Райковым 25.01.2020

**Потемкин Алексей Владимирович**

*Кандидат технических наук  
Академия ФСО России  
Орел, Российская Федерация  
alex.potemkin85@mail.ru*

### Аннотация

*В работе предлагается архитектура нейронной сети для обработки разнородной информации. Предложенная архитектура включает отдельные входы для текстовой, графической, табличной, графовой и мета информации. Проведено экспериментальное исследование показателей эффективности разработанной архитектуры для решения задачи выявления информационных операций в сети Интернет.*

### Ключевые слова

*разнородная информация, нейронные сети, глубокое обучение, универсальная архитектура*

Методы глубокого обучения нейронных сетей используются для решения многих задач обработки данных [1]. Для решения ряда реальных практических задач необходимо производить анализ информации, представленной в различных форматах (тексты, графы, изображения, таблицы), а современные архитектуры нейронных сетей эффективно работают только с данными в заданном формате и решают достаточно узкую задачу [2-4]. Решением данной проблемы может быть создание универсальной архитектуры, имеющей отдельные входы для различных видов информации: текстовой, видео, аудио, графической, табличной, графовой и т.д. Однако использование сложной многоформатной архитектуры потребует ресурсов нескольких датацентров для ее обучения. Крупные компании, использующие глубокое обучение нейронных сетей для решения прикладных задач, добились больших успехов как в разработке архитектур нейронных сетей, так и в их обучении. Научные коллективы образовательных учреждений, коммерческих компаний предлагают для открытого использования не только исходные коды компонентов анализа данных, но и предоставляют значения весовых коэффициентов нейронной сети, обученной на миллионах примерах данных с использованием дорогостоящего оборудования датацентров. Использование весовых коэффициентов позволяет дообучать классификатор для решения какой-либо прикладной задачи, добавляя новые выходные слои с использованием техники «замораживания» весовых коэффициентов первичных слоев нейронной сети. Это позволяет существенно снизить ресурсоемкость обучения глубоких архитектур нейронных сетей, повысить их результативность, а в случае решения задачи обработки разнородной информации обеспечить саму возможность обучения столь сложного классификатора.

В последнее десятилетие процесс анализа данных в режиме онлайн набирает популярность. Люди, занимающиеся подготовкой аналитических статей, имеют широкий выбор источников информации: от печатных изданий до пользовательских сообщений в социальных медиа. Обзор официальных изданий несет характер ручного поиска, обладает высокой степенью структурированности, за которой может быть завуалирована неявная проблематика.

Эффективность нейронных сетей возрастает из-за их возможности обучаться на примерах и умения делать собственные выводы к дальнейшей работе, а также в увеличении скорости обработки данных с помощью графических ускорителей и специализированных платформ. Различные методики в сфере нейронных сетей позволяют осуществлять сбор и анализ графической, мультимедийной и текстовой информации. Но так как это представляет собой разрозненный

---

© Потемкин А.В., 2020. Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>

процесс, то каждый элемент сопровождения главной темы исследования будет представлять собой отдельную структуру. Для полноценного анализа социальных медиа предлагается объединить все методы нейронных сетей, чтобы их работа проходила параллельно и объединялась на определенном этапе. Преимущества данной идеи в том, что полноценный анализ представленной информации позволяет ассоциировать весь контент целиком без потери информативности.

Для обработки разнородной информации с помощью глубокого обучения нейронных сетей предлагается архитектура с отдельными входами для каждого вида источника (рис. 1), объединяющая выходы предварительных слоев. В состав предварительных слоев нейронной сети включены существующие архитектуры, эффективнее других обрабатывающих определенный тип информации. В результате строится пространство признаков для объектов анализа независимо от формата исходной информации.

Ключевой проблемой использования подобных архитектур для обработки информации является высокая ресурсоёмкость ее обучения. Эту проблему предлагается решать, обучая отдельно существующие нейронные сети для обработки определенного формата информации и включая ее в общую архитектуру с «замороженными» нижними слоями. Под «заморозкой» слоев нейронной сети понимается фиксация ее весовых коэффициентов без возможности их изменения в процессе обучения. Данный прием позволяет обучить модель предварительной обработки определенного типа информации для извлечения максимального количества признаков. После включения данной модели в общую архитектуру с «замороженными» нижними слоями будет происходить обучение только внешнего слоя модели, определяющего как рассчитанные признаки влияют на возможность отнесения к тому или иному классу. Таким образом, количество параметров, изменяющихся в процессе обучения всей архитектуры, будет на несколько порядков меньше всех параметров составляющих ее моделей.

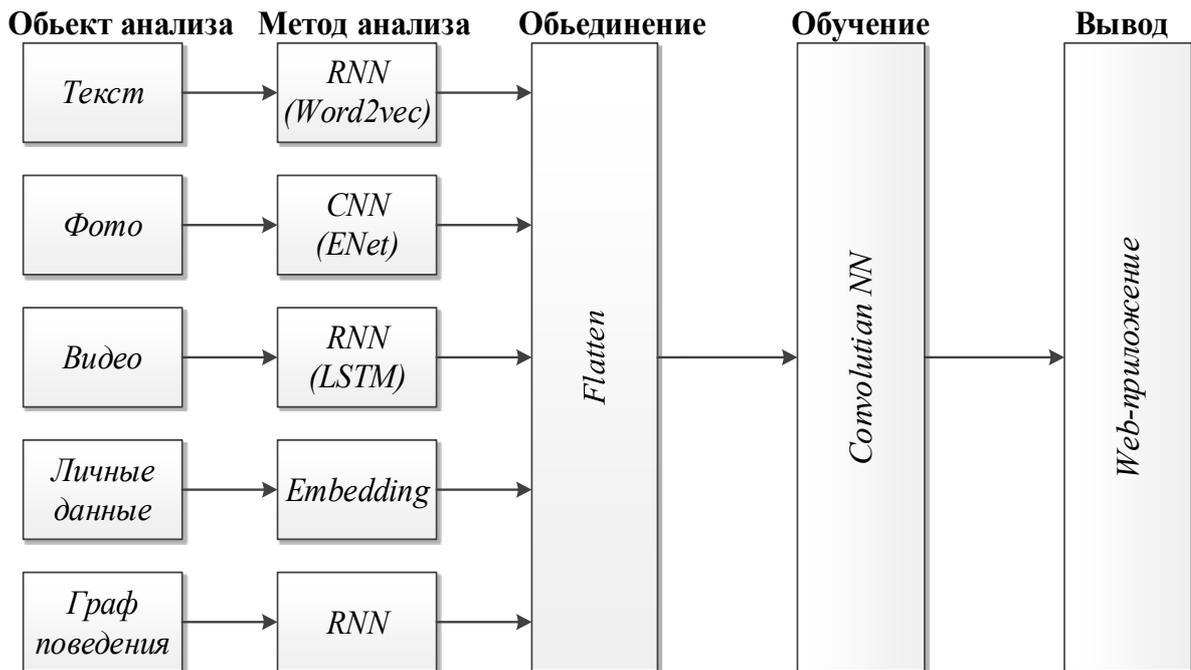


Рис. 1. Универсальная архитектура обработки разнородной информации

Подробное описание существующих архитектур нейронных сетей представлено в [5]. Объединяются выходные данные предварительных слоев в специальном слое нейронной сети, который называется Flatten. На выходе данного слоя получается одномерный вектор, полученный слиянием одномерных векторов выхода каждого предварительного слоя. При этом если какой-либо слой возвращает многомерную последовательность, то перед объединением она преобразуется в одномерную.

Для работы с текстами предлагается строить пространство признаков с помощью модели word2vec. На вход сверточной нейронной сети (Convolution Neural Network или сокращенно CNN) подается предложение, в котором каждое слово уже представлено вектором.

Из всего многообразия видов нейронных сетей наилучшие результаты в задачах обработки изображений показывают сверточные сети [6], обладающие устойчивостью к масштабированию, смещению, искажению изображения. Исходные данные разбиваются на сетку типа «квадрат» для дальнейшего сканирования определенной области через наложения ядра и пропускания на следующий слой. Следует отметить, что область в масштабе одной плоскости имеют одинаковые синаптические коэффициенты для связывания локальных участков предыдущего слоя. Выделяют два вида чередующихся между собой слоев:

- основной или сверточный, на котором происходит перенос исходного изображения;
- подвыборочный, который уменьшает масштаб и набор плоскостей для анализа изображения.

Таким образом входные данные разбиваются на плоскости каждого сверточного слоя, которые выстраиваются в иерархию, представляя собой «слоеный пирог».

Когда ненастроенной сети предъявляется входной образ, она выдает некоторый случайный выход. Функция ошибки представляет собой разность между текущим выходом сети и идеальным выходом, который необходимо получить. Для успешного обучения сети требуется приблизить выход сети к желаемому выходу, т. е. последовательно уменьшать величину функции ошибки. Это достигается настройкой межнейронных связей. Каждый нейрон в сети имеет свои веса, которые настраиваются, чтобы уменьшить величину функции ошибки.

Для устранения выделения неправильной области идентификации изображения используют следующие операции с нейронной сетью:

1. Масштабирование относительно одного размера изображения.
2. Сканирование нейросетью изображения и выделение участков-кандидатов на определение лица человека.
3. Все найденные участки масштабируются относительно исходного изображения: наиболее совпавшие участки называются истинными, а наименьшие – ложными. Последние участки не рассматриваются в дальнейшем анализе.

После определения лица на изображении необходимо присвоить его определенному человеку для этого собирается база данных лиц, на основе которых происходит обучение нейронной сети с учителем.

В дальнейшем этот алгоритм способствует быстрой классификации изображений, например, касающихся высших должностных лиц, которые упоминаются в социальных сетях.

В качестве сверточных сетей предлагается использовать слои на основе технологии ResNet от компании Microsoft, которая обладает уровнем ошибок равный 3,57%. Более эффективна сеть ENet, в значительной степени основанная на ResNet. Это сводится к структуре с одним мастером и несколькими ветвями, которые отделяются от мастера, но также объединяются посредством поэлементного добавления. Работает в 18 раз быстрее, требует в 75 раз меньше FLOP, имеет в 79 раз меньше параметров и обеспечивает схожую или лучшую точность для существующих моделей.

Рекуррентная нейронная сеть (RNN) отличаются от традиционных искусственных нейронных сетей наличием обратных связей (как внутри, так и между слоями), что позволяет при анализе текущего набора входных значений учитывать результаты предыдущих итераций. Данная особенность позволяет говорить о наличии «эффекта памяти», позволяющего анализировать последовательности подаваемых на вход данных.

Рекуррентная нейронная сеть с «долгой краткосрочной памятью» - это специфическая модификация классической РНС, которая способна учитывать долгосрочные зависимости между подаваемыми на вход данными (в обычных рекуррентных нейронных сетях при увеличении расстояния между двумя подаваемыми на вход последовательностями данных зависимость ослабевает), что достигается за счёт того, что LSTM ячейка не использует функцию активации внутри своих рекуррентных слоёв. Это приводит к тому, что важные значения не размываются во времени при использовании метода обратного распространения ошибки при обучении сети. Важная информация поступает в запоминающую ячейку и удаляется оттуда в соответствии с заранее заданными правилами.

Обучение происходит на основе выделения фона и основных действий для классификации видео. Для уменьшения объема происходит перевод в последовательность векторов с помощью алгоритмов поиска дескрипторов.

Далее, для каждого кадра составляется «справочник», состоящий из близлежащих дескрипторов. Затем, для каждого видео связываются одинаковые значения из «справочников»

изображений одного видео и составляется «мешок слов», который представляет собой упорядоченный массив из наиболее часто встречающихся дескрипторов (визуальный контент) и массив смещений (набор переходов между кадрами). Полученные «мешки слов» являются набором базовых движений. Теперь необходим классификатор. Рекуррентная нейронная сеть с LSTM-ячейкой способна работать с длинными последовательностями данных, поэтому был выбран этот классификатор. Далее, такая нейронная сеть обучалась методом обратного распространения ошибки по времени. На вход сети подавались видео из обучающей выборки представленные «мешками слов», и на выходе были известны классы, к которым принадлежали эти видео. После некоторого числа итераций (подбирается эмпирически), обученный классификатор, которому на вход подаётся видео (в формате «мешка слов»), должен выдать вероятностную принадлежность тому или иному известному классу.

Для оценки результативности предложенных решений был проведен эксперимент по анализу разнородной информации предложенной архитектурой. Весовые коэффициенты предварительных слоев были получены из открытых источников или обучены отдельно на массиве данных соответствующего формата. В ходе эксперимента решалась задача распознавания информационных операций в социальных сетях Интернет. В работе [7] представлен подход к распознаванию информационных операций в средствах массовой информации сети Интернет на основе заранее выбранных признаков. При этом обрабатывалась только текстовая и графовая информация.

Задача распознавания информационных операций относится к классу бинарной классификации, где один класс будет обозначать наличие информационной операций, а другой — ее отсутствие. Для обучения нейронных сетей с целью бинарной классификации целесообразно использовать в качестве функции потерь перекрёстную энтропию, а сигмоиду в качестве функции активации последнего (выходного) слоя нейронной сети.

В ходе проведения эксперимента на вход нейронной сети подавались сообщения из социальной сети «Вконтакте», представленные в текстовом, графическом, аудио, видео формате, а также структуры распространения информации в виде графов. Обучение нейронной сети проводилось с применением языка программирования Python и библиотеки Tensorflow. Так как данная библиотека использует тензоры в процессе расчета весовых коэффициентов модели, целесообразно применять тензорные процессоры (GPU), работающие на большинстве задач обучения нейронных сетей в 2-3 раза быстрее современных графических процессоров.

Результаты точности обучения и ошибки предсказания в течение 1000 эпох обучения представлены на рисунке 2.

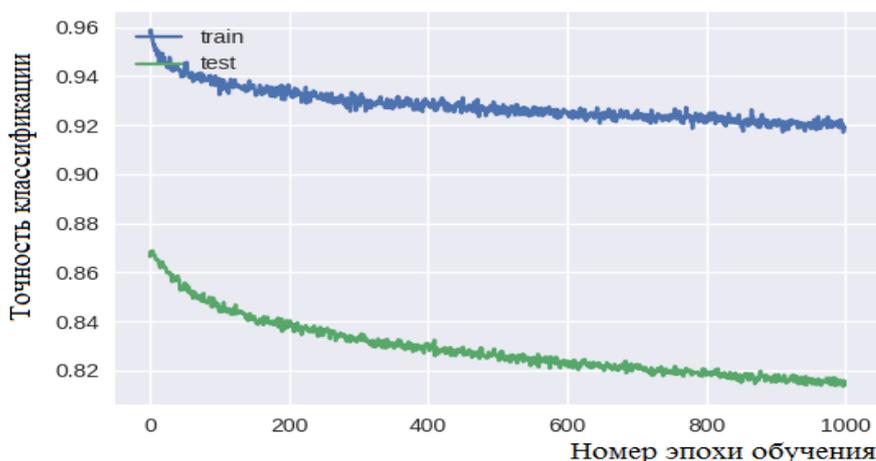


Рис. 2. Зависимость точности классификации данных на обучающей выборке и тестовом наборе от номера эпохи обучения

В силу высокой стоимости обучения универсальной архитектуры на большом количестве разнородной информации обучение в течение нескольких тысяч эпох является направлением дальнейших исследований.

Однако в результате проверки на данных, которые нейронной сети не предоставлялись, точность выявления информационных операций в социальной сети Интернет составила 81,7%. Метод распознавания информационных операций, представленный в работе [7], на тех же

выборках данных показал точность 53,3%. Достаточно низкая точность в данном случае объясняется прежде всего учетом только текстовых сообщений. Таким образом, предложенная универсальная архитектура нейронной сети для обработки разнородной информации позволяет решать различные практические задачи классификации данных с высокими показателями результативности. Проблему высокой ресурсоемкости обучения предложенной архитектуры нейронной сети частично можно решать использованием предобученных классификаторов для определенного типа информации с последующим дообучением верхних слоев нейронной сети и «замораживанием» нижних. Обучение нейронной сети на современных тензорных процессорах GPU также позволило существенно повысить скорость обучения.

## Литература

1. Lee J. H., Shin J., Realf M. J. Machine learning: Overview of the recent progresses and implications for the process systems engineering field //Computers & Chemical Engineering. – 2018. – Т. 114. – С. 111-121.
2. Тетерин Д. А., Хабибулин Р. Ш., Гудин С. В. Обзор применения искусственных нейронных сетей в управлении социальными и экономическими системами //Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. – 2018. – Т. 45. – № 3.
3. Гончаров И. В., Паринов П. А., Сирота А. А. Моделирование процессов информационно-психологического воздействия в социальных сетях. Вестник ВГУ, Серия: Системный анализ и информационные технологии, 2018, № 2– 2018. с. 93-104.
4. Аветисян А. А., Дробышевский М. Д., Турдаков Д. Ю. Методы анализа информационных потоков в сети Интернет //Труды института системного программирования РАН. – 2018. – Т. 30. – № 6. – С. 199-220.
5. Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей //СПб.: Питер. – 2018.
6. Друки А. А. Система поиска, выделения и распознавания лиц на изображениях //Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2011. – Т. 318. – № 5. – С. 64–70.
7. Потемкин А. В. Распознавание информационных операций средств массовой информации сети Интернет //Интернет-журнал Науковедение. – 2015. – Т. 7. – № 3 (28).

# PROCESSING COMPLEX INFORMATION USING THE DEEP LEARNING OF NEURAL NETWORKS

**Potemkin Alexey Vladimirovich**

*Candidate of technical sciences*

*Academy of Federal Security Service of Russia*

*Oryol, Russian Federation*

*alex.potemkin85@mail.ru*

## Abstract

*The paper proposes a neural network architecture for processing heterogeneous information. The proposed architecture includes separate inputs for text, graphic, tabular, graph and meta information. An experimental study of the efficiency indicators of the developed architecture for solving the problem of identifying information operations on the Internet is carried out.*

## Keywords

*complex information, neural networks, deep learning, multipurpose architecture*

## References

1. Lee J. H., Shin J., Realf M. J. Machine learning: Overview of the recent progresses and implications for the process systems engineering field //Computers & Chemical Engineering. – 2018. – T. 114. – S. 111-121.
2. Teterin D. A., Khabibulin R. SH., Gudim S. V. Obzor primeneniya iskusstvennykh neyronnykh setey v upravlenii sotsial'nymi i ekonomicheskimi sistemami //Nauchnyye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Informatika. – 2018. – T. 45. – №. 3.
3. Goncharov I. V., Parinov P. A., Sirota A. A. Modelirovaniye protsessov informatsionno-psikhologicheskogo vozdeystviya v sotsial'nykh setyakh. Vestnik VGU, Seriya: Sistemnyy analiz i informatsionnyye tekhnologii, 2018, № 2– 2018. s. 93-104.
4. Avetisyan A. A., Drobyshevskiy M. D., Turdakov D. YU. Metody analiza informatsionnykh potokov v seti Internet //Trudy instituta sistemnogo programmirovaniya RAN. – 2018. – T. 30. – №. 6. – S. 199-220.
5. Nikolenko S., Kadurin A., Arkhangel'skaya Ye. Glubokoye obucheniye. Pogruzheniye v mir neyronnykh setey //SPb.: Piter. – 2018.
6. Druki A. A. Sistema poiska, vydeleniya i raspoznavaniya lits na izobrazheniyakh //Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov. – 2011. – T. 318. – №. 5. – С. 64-70.
7. Potemkin A. V. Raspoznavaniye informatsionnykh operatsiy sredstv massovoy informatsii seti Internet //Internet-zhurnal Naukovedeniye. – 2015. – T. 7. – №. 3 (28).