

# ЭКСПЕРТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВАРИАНТОВ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ВЕБ-ТЕХНОЛОГИЙ

Бурый А.С.<sup>1</sup>, Костылева К.В.<sup>2</sup>

**Ключевые слова:** информационные технологии, веб-технология, эволюция веб, экспертная система, принятие решений, сети сотрудничества, коллективный интеллект.

## Аннотация

**Цель работы:** совершенствование научной и методической базы информационно-коммуникационных технологий для комплексирования веб-приложений и технологий для обеспечения задач поддержки и принятия решений на этапе проектирования интеллектуальных систем.

**Методы исследования:** комплексное использование системного и экспертного анализа, концептуально-логическое моделирование, метод верификации концептуальных моделей, формально-логическая разработка и обоснование.

**Результаты:** на основе анализа факторов эволюции инфраструктуры веб-сферы предложен концептуальный подход к оценке структур построения веб-платформ под решаемые задачи проектирования интеллектуальных систем на основе интеграции веб-технологий, веб-сервисов, данных и знаний; обоснована структура коллаборативных веб-технологий и роль коллективного интеллекта в формировании баз знаний.

**Практическая ценность:** полученный подход может быть использован для оценки как существующей, так и перспективной интернет-среды.

DOI: 10.24412/1994-1404-2024-4-4-12

## Введение

Продолжая развитие идеи ресурсов открытого доступа [5], информатизации городской среды [6], хочется отметить возросший интерес не только к информационно-справочным ресурсам сети Интернет, но и образовательным [2, 8], научно-исследовательским его возможностям. Активное развитие цифровых экосистем (ЦЭ), объединяющих в себе различные сервисы и технологии, позволяют пользователю получать тематический доступ к интересующим его ресурсам или создавать информационное пространство под решаемую задачу.

ЦЭ можно рассматривать как современный этап развития информационных технологий (ИТ). Сегодня стали обыденными понятия веб-разработка, веб-сайт, веб-интерфейс, и мы, не задумываясь, ежедневно с помощью веб-браузеров окунаемся в информационные

ресурсы Всемирной паутины. Веб-платформы дают технологический фундамент, на котором могут расти и развиваться разные игроки, «информационные команды» – разработчики облачных вычислений [3], сайтов и издательских приложений [4], образовательных программ<sup>3,4</sup>, социальные сети. Это своего рода конструктор, набор комплектующих элементов для типовых технологических решений.

Цифровые платформы представляют собой сложные информационные системы, обеспечивающие информационно-коммуникационные связи между при-

<sup>3</sup> Щербина А. Н. Веб-квест – как инновационная технология в системе реализации ФГОС // Наука и перспективы. 2016. № 4. С. 25-31.

<sup>4</sup> Hussain F. E-Learning 3.0 = E-Learning 2.0+ Web 3.0? // IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2012). 2012. С. 11-18.

<sup>1</sup> Бурый Алексей Сергеевич, доктор технических наук, заместитель начальника отдела Российского института стандартизации, ведущий научный сотрудник Института проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: a.s.burij@gostinfo.ru

<sup>2</sup> Костылева Ксения Владимировна, аспирант Российского института стандартизации, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: k.v.kostyleva@gostinfo.ru

ложениями, разработчиками, пользователями в ходе функционального применения. Системное представление решаемых информационных задач позволяет рассматривать следующие направления развития цифровых платформ (ЦП):

- инструментальные ЦП, связанные с технологиями обработки информации;
- инфраструктурные ЦП, применяемые для принятия решений на уровне хозяйствующих субъектов (образовательных, научных и др.);
- прикладные ЦП, используемые в масштабе управления производственными ресурсами, для взаимодействия с потребителями и другими экономическими субъектами;
- отраслевые ЦП для информационного взаимодействия участников бизнес-процессов [19], а также для разрабатываемых государственных информационных систем и служб<sup>5,6</sup> [10].

По мере информационной насыщенности нашей повседневной жизни возрастает потребность человека в получении актуальной информации, как для самообучения, так и для поддержки и обоснованности принимаемых функциональных решений. Это задачи управления<sup>7</sup>, планирования, технической экспертизы, медицинской и технической диагностики, обеспечения информационной безопасности [11] и др. Разрабатываемые под эти задачи программные продукты, а также информационные системы все шире ориентируются веб-ресурсы, поэтому разработчиков и в справочном и в информационном контексте интересуют возможности интернет-технологий, интеграции и сбора данных [7], применения управляющих программ-агентов для связи веб-приложений [13].

Одним их подходов к формированию облика будущей информационной системы являются экспертные системы, которые в условиях информационной насыщенности современной инфосферы способны предложить обоснованные рекомендации на этапе разработки проекта будущей системы, а также наметить пути дальнейшего совершенствования уже существующих систем (на этапе их доработки или модификации).

Основой для выработки стратегии проектирования может послужить понимание тенденций развития ИТ в целом и отдельных веб-приложений, результатов их интеграции, в частности.

Целью настоящего исследования является совершенствование научной и методической базы информационно-коммуникационных технологий для ком-

плексирования веб-приложений и технологий при решении задач поддержки и принятия решений на этапе проектирования интеллектуальных систем.

### Эволюция веб-ориентированных информационных процессов

Интернет признан самым быстрорастущим средством массовой информации всех времен, содержащим триллионы унифицированных указателей ресурсов (URL)<sup>8</sup>. Интернет стал основным источником коммуникации во всем мире, а постоянный рост темпов технологических инноваций, по сути, не оставляет шансов любой другой предметной области, играя роль глобального технологического интегратора.

Функциональность и структура веб, а также способы ее использования постоянно меняются. Эта эволюция настолько значительна, что привела к необходимости периодизации ее прошлого, настоящего и будущего на несколько стадий [9], которые названы Web X.0, где X=1, 2, 3, ... .

Эволюция веб состоит в освоении потенциала Интернета во все более интерактивной и партнерской форме с акцентом на социальное взаимодействие. Она также направлена на упрощение сотрудничества и мобилизацию коллективного интеллекта одноранговых партнеров, а также коллективной информации, доступной в паутине с помощью использования по-новому старых и новых веб-технологий.

На рис. 1 показано развитие Интернета с привязкой к этапам его развития в координатах «степень социальной связанности X степень информационной связанности»<sup>9</sup>.

Первоначально существовали статические информативные характеристики раннего Интернета, называемые Web 1.0, которые переросли в более интерактивный опыт Web 2.0. Следующий этап эволюции Интернета, Web 3.0, открывает новые возможности и ставит новые задачи. Web 3.0 – такая интеграция данных, знаний и приложений в Интернете, чтобы сделать веб более полезным инструментом (платформой) сотрудничества людей.

Web 4.0 – объединение интеллектуальных возможностей людей и машин в Интернет, в котором и люди, и компьютеры не только взаимодействуют, но и размышляют, делают выводы и помогают друг другу в принятии решений, в когнитивной (познавательной) деятельности. По существующим оценкам мы находимся на ранней стадии этого четвертого этапа веб-развития.

Следует различать потенциальный уровень веб-технологий и уровень практического использования существующих возможностей. Часто современные

<sup>5</sup> Босов А. В. Порталы в системах органов государственной власти // Информатика и ее применения. 2008. Т. 2, № 1. С. 44–54.

<sup>6</sup> Дрожжинов В. И., Райков А. Н. Веб-технологии, искусственный интеллект и когнитивное правительство // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. Т. 13, № 2. С. 153–169. DOI: 10.25559/SITITO.2017.2.236.

<sup>7</sup> Кульба В. В., Кононов Д. А., Чернов И. В. [и др.] Сценарное исследование сложных систем: анализ методов группового управления // Управление большими системами: сборник трудов. 2010. № 30–1. С. 154–186.

<sup>8</sup> Rudman R., Bruwer R. Defining Web 3.0: opportunities and challenges // The electronic library. 2016. Т. 34, № 1. С. 132–154.

<sup>9</sup> Дрожжинов В. И., Райков А. Н. Веб-технологии, искусственный интеллект и когнитивное правительство // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. Т. 13, № 2. С. 153–169. DOI: 10.25559/SITITO.2017.2.236.

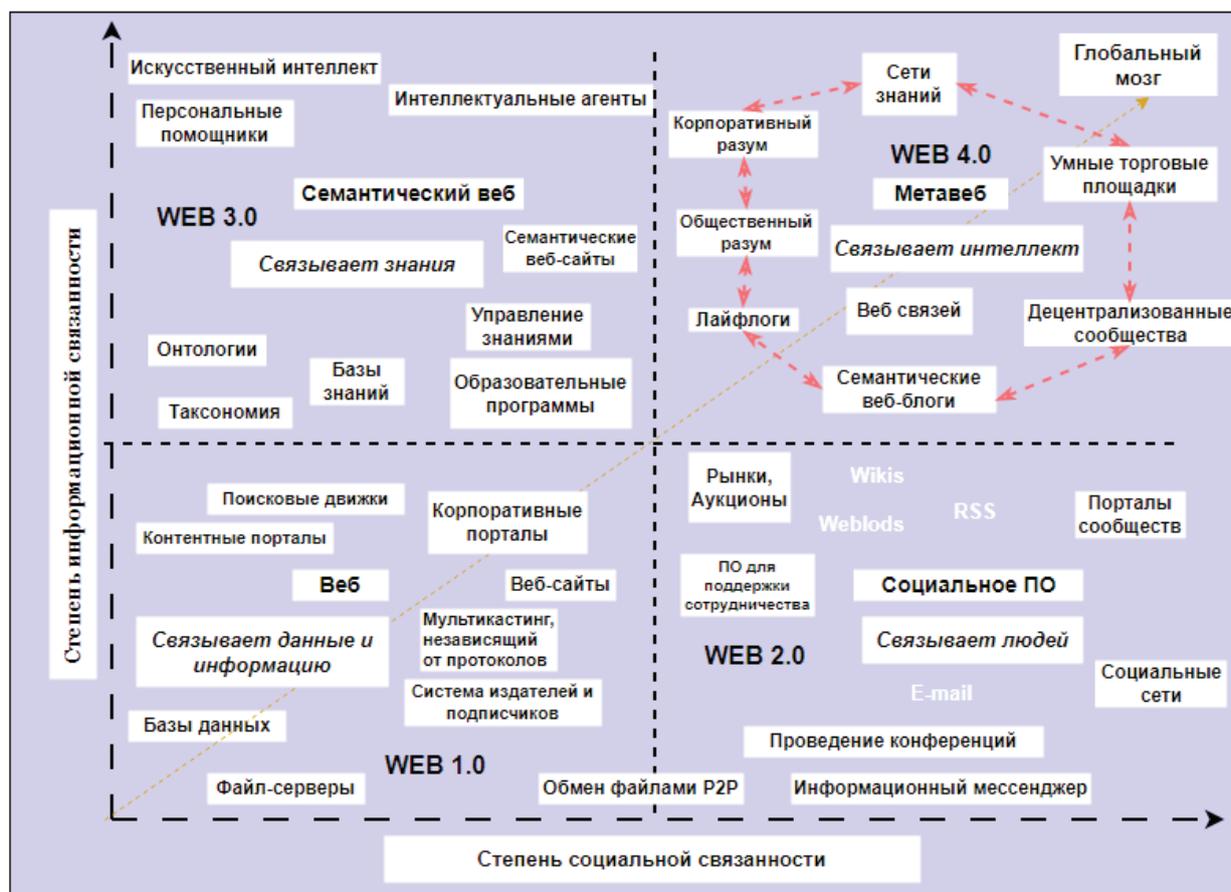


Рис. 1. Развитие Всемирной паутины с привязкой к этапам в координатах «степень социальной связанности × степень информационной связанности»

компании, возможно из-за отсутствия в штате опытных IT-специалистов, напоминают автолюбителя, за рулем «продвинутого» автомобиля, но не использующего и половины заложенных в него опций.

Современный Web 2.0 – это сеть интерактивных веб-сайтов и платформ, на которых контент создают пользователи, а не администраторы и владельцы ресурсов. Генеральный директор «O'Reilly Media, Inc.» определяет Web 2.0 как<sup>10</sup> сетевую платформу, охватывающую все подключенные устройства. Приложения Web 2.0 позволяют максимально использовать преимущества, присущие этой платформе. Это и предоставление программного обеспечения в виде постоянно обновляемого сервиса, который становится лучше по мере того, как все больше людей им пользуются, и использование интегрированных данных из нескольких источников, включая отдельных пользователей, и предоставление при этом их собственных данных и услуг в форме, позволяющей другим пользователям изменять их, создавая сетевые эффекты с помощью «архитектуры участия».

Web 3.0, также именуемый «семантический веб» или «интеллектуальный веб», нацелен на некоторую самостоятельность в развитии возможностей сети:

- на понимание смысла реализуемого технологического контента;
- на понимание запросов пользователей, которые те делают текстом, голосом или как-то еще;
- на максимальную адаптацию контента под каждого пользователя в отдельности.

Другими словами, интернет в эпоху Web 3.0 все больше становится похожим на живого собеседника, чем на машину.

Целью четвертого этапа эволюции веб – Web 4.0 является развитие интеллектуальности (разумности) веб-технологий, в том числе и за счет активного применения интеллектуальных агентов. Например, в приложении Web 4.0 ваш программный агент «блуждает в сети Интернет» или просто работает в вашем компьютере, выполняя поставленные задачи: поиска информации, сбора информации по заданному сценарию, предоставление коммуникационных услуг и др.

Исторический аспект развития Интернета в корреляции с веб-технологиями вполне себя оправдывает. Временные прогнозы, полученные практически два

<sup>10</sup> O'Reilly T. Web 2.0: Compact Definition. [Сайт O'Reilly]. URL: <https://www.oreilly.com/pub/a//web2/archive/what-is-web-20.html> (дата обращения 03.11.2024).

десять лет назад<sup>11</sup>, в основном оказываются верными, хотя специфика веб-технологий, стремление к совершенствованию результатов самими разработчиками вынуждает к пересмотру (улучшению) моделей, методов и алгоритмов их реализации.

### Трансформация данных в эпоху Web

Многих исследователей науки всегда ограничивала нехватка измерений, данных эксперимента, для чего разрабатывались методы адаптивного оценивания данных, методы экспертного оценивания и др.

Сегодня исследователи в ряде случаев имеют возможность работать с избыточными данными, которые, наоборот, требуется сжимать, усреднять, «прореживать», сохраняя устойчивость получаемых оценок наблюдаемых параметров.

На рис. 2 показаны целевые факторы или основные доминанты веб-технологий, составляющие смысловую нагрузку Интернета, первоначально разрабатываемый для военных задач, а лишь затем – для обмена научной информацией<sup>12</sup>. Градации яркости от этапа к этапу соответствует насыщению технологических возможностей веб-приложений.

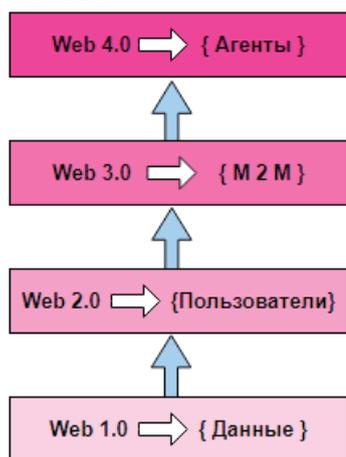


Рис. 2. Этапы трансформации целевых исполнителей

Для технологий Web 1.0 данные характеризуются в основном типом и форматом, опуская (для простоты изложения) идентификаторы имени, т. е.

$$D^1 = \langle \text{type} \in T, \text{form} \in F \rangle, \quad (1)$$

где  $D^1$  – обобщенные данные для технологии Web 1.0 (верхний индекс при  $D$ );  $T$  и  $F$  – множество типов и форматов данных соответственно.

Технологии Web 2.0 относительно представления данных характеризуются существенным ростом числа

гетерогенных источников данных [10], переходом веб-сайтов от изолированных накопителей информации к взаимосвязанным программным платформам, когда веб-сервисы, например, Google всестороннего развития своих сайтов стал активно использовать предлагаемые сервисы – Gmail, Google Maps и др., число которых уже составляет несколько десятков. С переходом в Web 2.0 появились IT-гиганты. С одной стороны это привело к улучшению качества услуг, с другой контроль онлайн ресурсов и персональных данных оказались в руках крупных компаний.

Практически экспоненциальный рост данных обеспечивался самими пользователями, социальная направленность Интернета. Блоги, порталы сообществ и др. ресурсы увеличили мощность множества типов данных –  $T$  в выражении (1).

Целевым направлением совершенствования веб-технологий эпохи Web 3.0 становится межмашинное взаимодействие – M2M, за счет распространения Интернета вещей (IoT), умных устройств, умных домов и т. д. Семантический Интернет паутины обеспечивает информационное взаимодействие в формате «объект 1 → вид взаимосвязи → объект 2».

Web 4.0 по ряду направлений еще находится в стадии разработки, однако интеллектуальная направленность, взаимодействие между людьми и машинами, как некоторый симбиоз уже просматривается в ряде технологий, а понятия «нейронет», «симбиотическая сеть»<sup>13</sup>, практически ассоциируются с Web 4.0.

### Структуризация экспертной системы на основе веб-технологий

Технологический цикл (ТЦ) экспертной системы (ЭС) представим в виде совокупности (кортежа) отдельных операций в формате отдельной веб-технологии [1]:

$$TC_k = \langle \{TW_i^k\}, R_{ij}^k \rangle, \quad (2)$$

где  $\{TW_i^k\}$  – множество операций  $k$ -й веб-технологии,

$k \in W$ , а  $i$  – номер операции в выбранной веб-технологии,  $i = \overline{1, n^k}$ ;  $W$  – общее количество задей-

ствованных технологий;  $R_{ij} \in R^k$  – отношения<sup>14</sup> между операциями “ $i$ ” и “ $j$ ”, причем  $i \neq j$ .

Технологический процесс (ТП), свойственный информационным системам, связанным с переработкой данных, определим как композицию ТЦ, отдельных технологических операций и систему информационных

<sup>11</sup> Spivack N. (2007). Web 3.0 – The best official definition imaginable. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.novaspivack.com/technology/web-3-0-the-best-official-definitionimaginable> (дата обращения: 03.11.2024).

<sup>12</sup> Митин А. И., Василенко Л. А. Глобальная компьютерная сеть INTERNET (история, организация, доступ, перспективы). – М.: ИНТЕЛЛЕКТ, 1996. – 102 с.

<sup>13</sup> Что такое Web 4.0. И что бизнесу нужно знать об интернете будущего. [Электронный ресурс]. URL: <https://sber.pro/digital/publication/chto-takoe-web-4-0-i-chto-biznesu-nuzhno-znat-ob-internete-budushhego/>

<sup>14</sup> Здесь под отношениями будем понимать согласования форматов представления данных.

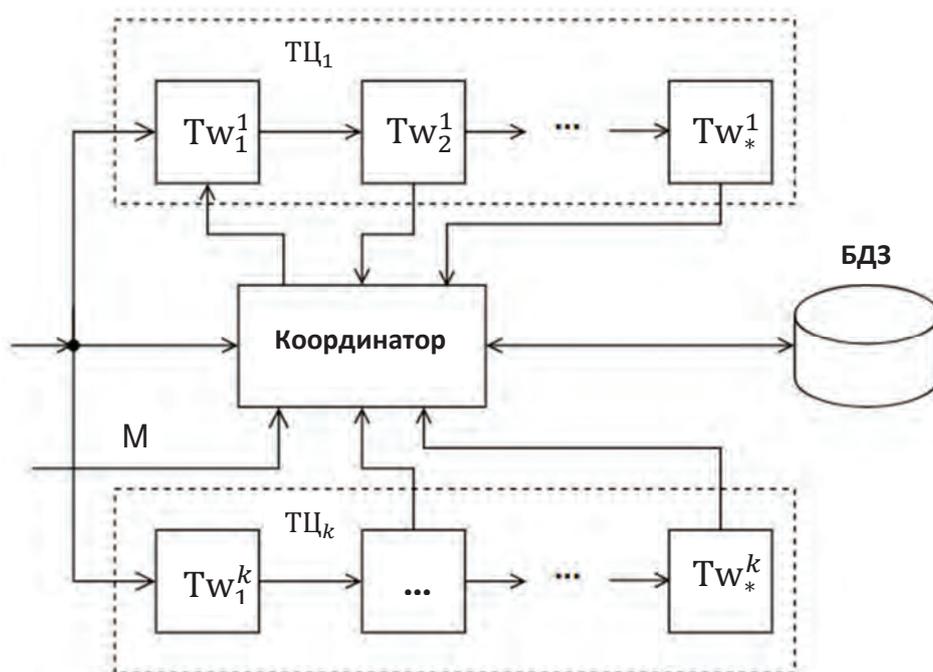


Рис. 3. Структура взаимодействия ТЦ, ТП в ходе принятия решения

отношений, обеспечивающих их целевое использование. Тогда с учетом (2) запишем:

$$ТП = \langle \{Tw_i^k\}, \{TC_k\}, M \rangle, \quad (3)$$

где M – сценарная матрица технологического процесса или алгоритм управления (смены режимов, технологий и др.).

В работе<sup>15</sup> вводится понятие экспертно-значимого события, т. е. события, которое наступит в будущем, если в настоящий момент будут предприняты определенные действия. Тогда сценарную матрицу из выражения (3) на прогнозируемый период развития процесса ( $t_{l+1}$ ) можем представить как

$$M(t_{l+1}) = (S(t_l), G(t_l), C(t_l)), \quad (4)$$

где:  $S(t_l)$  – текущая ситуация, описываемая набором задействованных технологий, отношений связей и условий, в которых исследователю приходится принимать решение;  $G^{KH}(t_l)$  – квазиинформационная гипотеза; отражает структуру знаний исследователя и фактически представляет модель, учитывающей неопределенность процесса принятия решений;  $C(t_l)$  – стратегия пошагового формирования сценария в момент  $t_l$ , выделяющая те способы продолжения сценария (например, ситуационные), которые возможны с учетом имеющейся априорной информации на момент  $t_l$  и решаемой целевой задачи.

Структура взаимодействия ТЦ в ходе реализации отдельной веб-технологии показана на рис. 3. Функцию управления процессами, отдельными операциями

при реализации заданной сценарной матрицы (M) выполняет координатор, который также и протоколирует процесс, фиксируя промежуточные и итоговые результаты в базе данных и знаний (БДЗ). Координатор из БДЗ получает заданные требования на выполнение отдельных операций и другие справочные данные

Потенциальная эффективность выбранной архитектуры технологического взаимодействия веб-элементов (операций, циклов, процессов, баз данных и др.) должна отражать способность используемых активных средств решить поставленную задачу. Оценка потенциальной эффективности заключается в вынесении суждения о степени достижения цели. Представляет интерес исследование возможностей варьирования имеющихся ресурсов для оптимизации, например, временных, вероятностных или других параметров решения задачи в целом или отдельных ее этапов.

Для формулировки оптимизационной задачи предлагается выделить структурно-функциональный базис, обеспечивающий формирование множества возможных структур взаимодействия активных средств. При этом концепция решаемой задачи, как оптимизационной задачи принятия решения по выбору технологической структуры может иметь следующий вид:

$$\{St, R\} \times M \rightarrow \arg \underset{St}{opt} K, \quad (5)$$

где  $St$  – множество возможных структур;  $R$  – множество отношений на всем базисе  $St$ ;  $M$  – совокупность возможных сценариев достижения цели;  $K$  – критерий близости (сходства в смысле выбранной метрики качества на основе модели предпочтений).

Выбор оптимизирующей функции в выражении (5) определяется видом решаемой задачи. Так, например, для ряда измерительных задач это может быть минимизация погрешностей измерений, для оценки

<sup>15</sup> Кириков И. А., Колесников А. В., Листопад С. В. Моделирование систем поддержки принятия решений синергетическим искусственным интеллектом // Информатика и ее применения. 2013. Т. 7, № 3. С. 62-69.

временных факторов при выполнении последовательности действий – контроль требуемого времени на выполнение технологических операций и др.

ЭС поддержки принятия решений для реализации предложенной задачи выбора структуры технологического взаимодействия веб-приложений, базируясь на известном подходе представления системы управления в виде декомпозированного инвариантного контура [7, 14, 19, 22] состоит из следующих подсистем:

- базы данных (данные в различных форматах, структурированные и неструктурированные);
- базы знаний (соответствующей предметной области);
- координатора (подсистемы (ПС) выработки решений и координации выполнения задач на основе алгоритмов сопряжения с базами данных и знаний);
- подсистемы приобретения знания с помощью соответствующих инструментальных средств ПС координации – для формирования библиотеки моделей и алгоритмов интеллектуального анализа данных и др.;
- подсистемы обучения и интеллектуального пользовательского интерфейса по типам решаемых задач;
- подсистемы коллективного обсуждения нетривиальных решений в условиях временных ограничений и чрезвычайных ситуаций, когда КИ приобретает особую роль в принимаемом решении.

### Коллективный интеллект веб-приложений

Коллективный интеллект (КИ) представляет собой способность организации или группы исполнителей к сотрудничеству. В масштабе Web 2.0 знания, полученные в результате совместных усилий пользователей, растут пропорционально территориальной распределенности Интернета, т. е. доступности приложений для совместной работы, таких как Telegram, Skype, Zoom (общение, обсуждение, видеоконференции), Notion (совместное редактирование документов), Google Drive (совместная работа с документами, интеграция с другими приложениями) и ряда других. Однако распределенные вычисления, включая и совместные технологии, требуют сверхвысоких скоростей передачи и обработки данных, с чем уже сталкивается Web 3.0. В условиях интеграции технологий, сетей, инфраструктур, устройств IoT или их элементов эту задачу эффективной коммуникации еще предстоит решать.

Система КИ основана на трех столпах<sup>16</sup>: технологической среде для совместной работы, объединенных знаниях и интеллектуальном сотрудничестве, как показано на рис. 4. Эти три компонента постоянно взаимодействуют; они соответствуют друг другу и взаимосвя-

заны. Отличительной чертой коллаборации является синергетический эффект, когда результат совместных действий субъектов оказывается больше суммы их индивидуальных результатов.

Внутрисетевое взаимодействие показано элементами выделено белыми стрелками (на рис. 4), а возможность подключения к внешним информационным ресурсам (источникам данных, процедурам обработки данных, включая вычислительные сервисы облачных платформ, а также сетевые приложения информационно-справочного характера и другие базы данных и знаний) – черными стрелками через подсистему объединенных знаний.

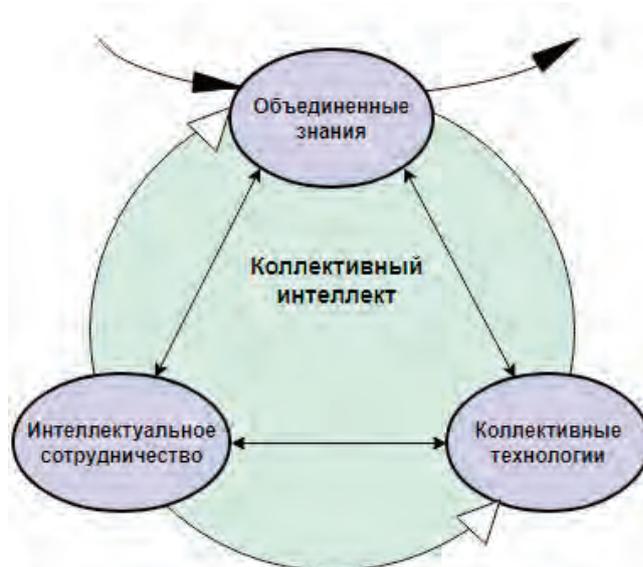


Рис. 4. Основы коллективного интеллекта

Технологии совместной работы – это аппаратно-программное обеспечение, базы данных и знаний, сетевая и вспомогательная инфраструктура, которые поддерживают связь и совместную работу двух или более человек. Распределенная среда совместной работы – это среда, в которой группа взаимодействует в виртуальном пространстве, образованном под решаемую целевую задачу.

В среде совместной работы используются усовершенствованные технологии, облегчающие групповое решение проблем. Коллективные технологии среды совместной работы включают [13, 14]:

- синхронные технологии, такие как мгновенный чат, видео- и аудио-конференции и общие доски объявлений (e/Pop; Teamviewer и др.);
- асинхронные технологии, такие как электронная почта, веб-блоги, сетевые приложения и разнообразные информационные (чаще распределенные) ресурсы.

На этом уровне можно выделить ключевые характеристики, согласующиеся с проявлениями других форм коллективного интеллекта [13]:

<sup>16</sup> Lee M. R., Lan Y. From Web 2.0 to conversational knowledge management: towards collaborative intelligence // Journal of Entrepreneurship Research. 2007. Т. 2, № 2. С. 47-62

- неупорядоченные взаимодействия коллективных акторов, среди которых преобладают конкурентные (экономика, научная и техническая среда, внутренняя политика) и антагонистические отношения (внешняя политика, войны);
- отсутствие признаков персонального управления, в частности, ослабление этических норм;
- стремление систем к равновесию;
- биоподобные жизненные циклы.

Для организации совместного анализа и решения задач в составе команд предлагается в первую очередь обратить внимание на развитие и доступность следующих типов знаний, раскрывающих потенциал эпохи Web 4.0:

- неявные знания (от англ. *tacit knowledge*) – вид знания, которое не может быть легко передано другим;
- опытные знания, как совокупности знаний и умений, приобретённых человеком в процессе взаимодействия с внешним миром и собственными переживаниями;
- эксплицитные знания, как совокупность формализованных знаний в изданиях разного рода;
- имплицитные (личностные) знания, не выражаемые в знаковой форме и представляющие собой индивидуальный опыт конкретного человека.

Командная работа обличается от индивидуальных исследований в первую очередь синергетическим эффектом коллективного взаимодействия, столь необходимого для поиска нетривиальных решений в условиях временных и других ограничивающих факторов.

## Литература

1. Бетанов В. В. Интеллектуализация навигационно-баллистического обеспечения управления космическими аппаратами // Правовая информатика. 2023. № 2. С. 34-43. DOI: 10.21681/1994-1404-2023-2-34-43 .
2. Босов А. В., Иванов А. В. Технология многофакторной классификации математического контента электронной системы обучения // Информатика и ее применения. 2023. Т. 17, № 4. С. 32-41. DOI: 10.14357/19922264230405 .
3. Бурый А. С. Облачные вычисления в цифровой трансформации информационных технологий // Правовая информатика. 2021. № 2. С. 4-14. DOI: 10.21681/1994-1404-2021-2-04-14.
4. Бурый А. С., Костылева К. В. Разработка требований к издательскому Web-приложению // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 5(80). С. 79-84.
5. Бурый А. С., Ловцов Д. А. Открытая наука как движущая сила информационного общества // Правовая информатика. 2024. № 3. С. 4-12. DOI: 10.24682/1994-1404-2024-3-4-12 .
6. Бурый А. С., Ловцов Д. А. Информационные структуры умного города на основе киберфизических систем // Правовая информатика. 2022. № 4. С. 15-26. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-4-15-26.
7. Воробьева Г. Р., Фарваев Э. Ф. Высокореактивное веб-приложение для интеграции разнородных пространственных данных из распределённых источников на основе rest API // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2023. № 4. С. 152-166. DOI: 10.17308/sait/1995-5499/2023/4/152-166.
8. Кургаева Ж. Ю. Специфика современного онлайн обучения сквозь призму теории коннективизма // Мир науки. Педагогика и психология. 2024. Т. 12, № 1. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/91PDMN124.pdf>
9. Ловцов Д. А. Информационная теория эргасистем: монография. М. : РГУП, 2021. 314 с. ISBN: 978-5-93916-887-8.
10. Ловцов Д. А. Эффективность правовых эргасистем в инфосфере // Правовая информатика. 2020. № 1. С. 4-14. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-1-04-14 .
11. Ловцов Д. А., Бурый А. С. Кибербезопасность: основные тенденции в обеспечении // Правовая информатика. 2024. № 2. С. 23-34. DOI: 10.21681/1994-1404-2024-2-23-34.

## Заключение

Понимание и анализ информационных и технологических процессов окружающих нас веб-технологий позволит сосредоточить усилия на наиболее перспективных направлениях и узловых точках этого процесса. Интерактивный опыт этапа Web 2.0 дает свои результаты. Существующая и развивающаяся интегрированная веб-среда, в которой машина сможет, а иногда уже может, понимать и каталогизировать данные так же, как и человек – это сегодняшний день.

Эволюция Интернета предоставляет новые возможности и вызовы в различных сферах, таких как хранение данных, финансы, логистика, образование, наука, медицина, транспорт и ряд других. Выявленные возможности характеризуются интеграцией данных и сервисов, технологической синхронизацией эволюции веб-сферы ряда предметных областей.

Искусственный интеллект пока не может воспроизвести человеческую креативность и интуицию, которые необходимы, например, для создания уникального контента для конкретной целевой аудитории. Web 4.0 постепенно реализует функции глобальной операционной системы (webOS), обеспечивая подобно человеческому мозгу формат высокоинтеллектуальных взаимодействий.

Взаимодействие веб-технологий рассмотрено для нормальных условий применения. В качестве возможного направления дальнейшего исследования представляет интерес обеспечение функционирования и интеграции веб-структур в условиях деструктивных воздействий случайного и преднамеренного характера.

12. Максимов Д. Ю., Легович Ю. С., Рывкин С. Е. Влияние структуры системных задач на поведение системы // Автоматика и телемеханика. 2017. № 4. С. 135-148.
13. Словохотов Ю. Л., Новиков Д. А. Распределенный интеллект мультиагентных систем. Ч. 2. Коллективный интеллект социальных систем // Проблемы управления. 2023. № 6. С. 3-21. DOI: 10.25728/ru.2023.6.1 .
14. Bizjak I. Web 2.0 tools as framework for participation and co-creation // Culture and Territory. 2020. С. 227-241. DOI: 10.24140/2020-sct-vol.4-2.5.

SYSTEM ANALYSIS

## EXPERT JUSTIFICATION OF OPTIONS FOR BUILDING INTELLIGENT SYSTEMS BASED ON THE INTEGRATION OF WEB TECHNOLOGIES

*Aleksei Buryi, Dr.Sc. (Technology), Chief Scientific Officer at the Russian Standardisation Institute, Leading Researcher at the Trapeznikov Institute of Control Sciences of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation.*

E-mail: [a.s.burij@gostinfo.ru](mailto:a.s.burij@gostinfo.ru)

*Kseniya Kostyleva, Head of the Department of the Russian Institute of Standardization, Moscow, Russian Federation.*

E-mail: [k.v.kostyleva@gostinfo.ru](mailto:k.v.kostyleva@gostinfo.ru)

**Keywords:** *information technology, web technology, web evolution, expert system, decision making, collaboration networks, collective intelligence.*

### Abstract

*Purpose of the paper: is to improving the scientific and methodological base of information and communication technologies for the integration of web applications and technologies to ensure the tasks of support and decision-making at the design stage of intelligent systems.*

*Methods used: integrated use of system and expert analysis, conceptual and logical modeling, method of verification of conceptual models, formal logical development and rationale substantiated.*

*Results: based on the analysis of the factors of evolution of the infrastructure of the web sphere, a conceptual approach to assessing the structures of building web platforms for the tasks of designing intelligent systems based on the integration of web technologies, web services, data and knowledge is proposed; the structure of collaborative web technologies and the role of collective intelligence in the formation of knowledge bases are substantiated.*

*Practical value. The obtained approach can be used to assess both the existing and future Internet environment.*

### References

1. Betanov V. V. Intellektualizacija navigacionno-ballisticheskogo obespechenija upravlenija kosmicheskimi apparatami // Pravovaja informatika. 2023. № 2. S. 34-43. DOI: 10.21681/1994-1404-2023-2-34-43 .
2. Bosov A. V., Ivanov A. V. Tehnologija mnogofaktornoj klassifikacii matema-ticheskogo kontenta jelektronnoj sistemy obuchenija // Informatika i ee primenenija. 2023. T. 17, № 4. S. 32-41. DOI: 10.14357/19922264230405 .
3. Buryj A. S. Oblachnye vychislenija v cifrovoj transformacii informacion-nyh tehnologij // Pravovaja informatika. 2021. № 2. S. 4-14. DOI: 10.21681/1994-1404-2021-2-04-14.
4. Buryj A. S., Kostyleva K. V. Razrabotka trebovanij k izdatel'skomu Web-prilozheniju // Informacionno-jekonomicheskie aspekty standartizacii i tehničeskogo regulirovanija. 2024. № 5(80). S. 79-84.
5. Buryj A. S., Lovcov D. A. Otkrytaja nauka kak dvizhushhaja sila informacionno-go obshhestva // Pravovaja informatika. 2024. № 3. S. 4-12. DOI: 10.24682/1994-1404-2024-3-4-12 .
6. Buryj A. S., Lovcov D. A. Informacionnye struktury umnogo goroda na osno-ve kiberfizicheskikh sistem // Pravovaja informatika. 2022. № 4. S. 15-26. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-4-15-26.
7. Vorob'eva G. R., Farvaev Je. F. Vysokoreaktivnoe veb-prilozhenie dlja integra-cii raznorodnyh prostranstvennyh dannyh iz raspredeljonnyh istochnikov na osnove rest API // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Sistemnyj analiz i informacionnye tehnologii. 2023. № 4. S. 152-166. DOI: 10.17308/sait/1995-5499/2023/4/152-166.
8. Kurgaeva Zh. Ju. Specifika sovremennogo onlajn obuchenija skvoz' prizmu teo-rii konnektivizma // Mir nauki. Pedagogika i psihologija. 2024. T. 12, № 1. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/91PDMN124.pdf>

9. Lovcov D. A. Informacionnaja teorija jergasistem: monografija. M. : RGUP, 2021. 314 s. ISBN: 978-5-93916-887-8.
10. Lovcov D. A. Jeffektivnost' pravovyh jergasistem v infosfere // Pravovaja informatika. 2020. № 1. S. 4-14. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-1-04-14 .
11. Lovcov D. A., Buryj A. S. Kiberbezopasnost': osnovnye tendencii v obespe-chenii // Pravovaja informatika. 2024. № 2. S. 23-34. DOI: 10.21681/1994-1404-2024-2-23-34.
12. Maksimov D. Ju., Legovich Ju. S., Ryvkin S. E. Vlijanie struktury sistemnyh zadach na povedenie sistemy // Avtomatika i telemehanika. 2017. № 4. S. 135-148.
13. Slovohotov Ju. L., Novikov D. A. Raspredelennyj intellekt mul'tiagentnyh sistem. Ch. 2. Kollektivnyj intellekt social'nyh sistem // Problemy upravlenija. 2023. № 6. S. 3-21. DOI: 10.25728/pu.2023.6.1 .
14. Bizjak I. Web 2.0 tools as framework for participation and co-creation // Culture and Territory. 2020. C. 227-241. DOI: 10.24140/2020-sct-vol.4-2.5.. 34. No. 1, pp. 132-154.