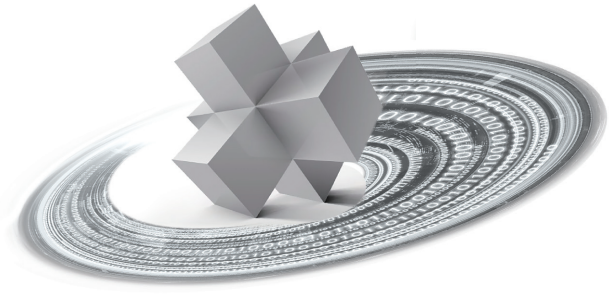
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Объединенный институт проблем информатики

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНОЛОГИЯ



Минск
«Беларуская навука»
2020

УДК 004:001.4(082)
ББК 32.81я43
Ц75

Редакционная коллегия:

А. В. Тузиков (председатель), С. В. Кругликов, В. А. Лапицкий,
Р. Б. Григянец, Г. Н. Науменко

Рецензенты:

академик НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор С. В. Абламейко,
член-корреспондент НАН Беларуси, доктор физико-математических наук,
профессор М. Я. Ковалев

Ц75 **Цифровая** трансформация. Основные понятия и терминология : сб. статей / редкол.: А. В. Тузиков (пред.) [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, Объед. ин-т проблем информатики. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 267 с. : ил.

ISBN 975-985-08-2588-9.

В сборнике статей рассматриваются основные понятия и определения информатизации и цифровой трансформации. Пять тематических блоков охватывают различные аспекты знаний в области информационно-коммуникационных технологий, вычислительной и робототехники, грид-систем и суперкомпьютеров, облачных технологий и квантовых вычислений, информатики, разработки программного обеспечения, баз данных и искусственных нейронных сетей, цифрового контента, информационной безопасности, а также построения информационного общества.

Издание предназначено для научных работников, учащихся, студентов, магистрантов, аспирантов и других специалистов.

УДК 004:001.4(082)
ББК 32.81я43

ISBN 975-985-08-2588-9

© Оформление. РУП «Издательский дом «Беларуская навука», 2020

CNC МАСШТАБИНГ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Общепризнанным стратегическим направлением развития общества в современном мире, охватывающим экономику, социальную сферу и государственное управление, является цифровая трансформация. Широкое развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), внедрение их во все сферы жизнедеятельности предопределило новый тип общественных отношений – становление и развитие информационного общества (ИТ-страны). Сегодня все процессы деятельности человека, общества и государства в основном осуществляются с использованием ИКТ и цифровых технологий.

Внедрение ИКТ приводит к трансформации устоявшихся бизнес-процессов, меняет их на новые формы, способствует появлению инновационных форм развития. Вопросы влияния цифровизации на развитие государств приобрели в последнее время особую актуальность. Сформировалось понимание того, что использование ИКТ не только повышает эффективность экономики, но и является одной из движущих сил экономического развития государства и общества. Во многих странах сформированы программы информатизации и цифровой трансформации, определяющие планы, направления и ресурсы, необходимые для реализации и обеспечения лидерства в новых условиях развития.

На совещании по развитию цифровой сферы 14 октября 2019 г. Глава государства отметил оперативную необходимость урегулирования вопросов, связанных с понятийным аппаратом в данной области: «Начиная с азов: что ж все-таки такое цифровизация, информатизация, компьютеризация, чем они отличаются друг от друга, что в приоритете. Я уже как-то намекал нашим «цифровикам», что, рассуждая на тему, далекую от понимания нашим населением (процентов 90–95 вообще не понимают, что это такое), мы просто запу-

гиваем его, не разъясняя, что же такое цифровизация, что это за чудо такое, откуда оно взялось».

Настоящее издание разработано по предложению Президента Республики Беларусь А. Г. Лукашенко и включает большой перечень терминов, определений и понятий информатизации и цифровой трансформации общества и экономики.

Издание будет способствовать повышению качества подготовки учащихся, студентов, магистрантов, аспирантов, научных работников и других специалистов, их компетентностного уровня. Несомненно, освоение изложенного материала приведет к формированию образовательных и коммуникативных компетенций, поможет систематизировать и расширить знания в области ИКТ, информатизации и цифровой трансформации, создать научную и инновационную базу для динамичного развития общества и экономики.

Председатель Президиума
Национальной академии наук Беларуси, академик

В. Г. Гусаков

ВВЕДЕНИЕ

Цифровая трансформация – общепризнанное стратегическое направление развития в современном мире, охватывающее экономику, социальную сферу и государственное управление. Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) активно модернизируются и внедряются во все сферы жизнедеятельности, что предопределило новый тип общественных отношений – становление и эволюцию информационного общества (ИТ-страны). С использованием ИКТ и цифровых технологий в настоящее время осуществляются все основные процессы деятельности человека, общества и государства.

Благодаря внедрению ИКТ трансформируются устоявшиеся бизнес-процессы, появляются их новые формы. Чрезвычайный интерес в последнее время вызывают вопросы влияния цифровизации на развитие государств. Использование ИКТ повышает эффективность экономики и выступает одной из движущих сил экономического прогресса государств и общества. Для обеспечения лидерства в новых условиях развития в передовых странах сформированы программы информатизации и цифровой трансформации, которые определяют планы, направления и ресурсы, необходимые для дальнейшего роста.

Разрыв между развитыми и развивающимися цифровыми экономиками увеличивается с каждым годом. Ключевым фактором сохранения конкурентоспособности национальной экономики является развитие цифровых технологий совместными усилиями государства и бизнеса, включая следующие секторы: транспорт и логистическая инфраструктура, сельское хозяйство, энергетика, образование, здравоохранение и социальная сфера.

В государственных структурах должны появиться ответственные люди, которые будут держать на повестке рассмотрение и контроль данных аспектов. При этом одной из проблем станет обеспечение сохранности частной жизни и безопасности граждан при использовании новых цифровых технологий.

ИКТ могут открыть для страны новые пути экономического роста и повышения конкурентоспособности, однако их успешное внедрение напрямую зависит от наличия квалифицированных кадров. Чтобы получить квалифицированные кадры, развивающиеся страны должны разрабатывать перспективные учебные программы, стимулирующие критическое мышление, творчество и эмоциональное восприятие, а также умение быстро осваивать цифровые

технологии – всего этого потребует четвертая промышленная революция. В ближайшие годы для цифровой трансформации и преобразования экономики Беларуси в полноправного участника мирового рынка потребуются квалифицированные специалисты в области цифровых технологий, точных наук и традиционных сфер, такие как «цифровой инженер-механик» и «аналитик данных бизнес-операций».

Инвестиции в цифровую грамотность и владение ИКТ, т. е. формирование навыков, необходимых для работы с технологиями будущего, – вот правильное направление для достижения успеха. Наконец, оптимизация обработки данных рынка труда и прогнозов также служит инструментом для определения более эффективных и детальных стратегий, учитывающих конкретные специализации, регионы или секторы. Именно в данной области особенно важно сотрудничество ИТ-компаний с правительством страны.

Актуальными являются следующие рекомендации и предложения.

1) *Сотрудничество с другими государствами для адаптации и внедрения их подходов.* Учитывая уровень цифрового развития Беларуси и приоритетность цифровой трансформации на национальном уровне, в правительственных и коммерческих организациях следует определить приоритеты цифровой трансформации и новейших технологий, которые нужно внедрить для успешной реализации программы цифрового развития.

2) *Расширенные программы повышения квалификации. Техническое обучение госслужащих и лидеров рынка. Университетские программы.* Поскольку развитие навыков и повышение грамотности населения в области ИТ являются одним из столпов экономического роста страны, предлагается трехуровневая образовательная программа для слушателей разных уровней: от Совета Министров (для передачи знаний и мирового опыта) до университетов (для подготовки специалистов в ИТ-области, владеющих передовыми платформами).

3) *Вовлечение граждан.* Необходимо учитывать, что реализация программы цифровой трансформации страны невозможна без решения задачи вовлечения граждан. Результаты этой программы откроют новые возможности для использования технологий, анализа данных, реализации концепции «Всё как услуга» и разработки электронной платформы оказания услуг, что способ-

ствует развитию среднего и малого бизнеса, а также повышению активности населения.

4) *Привлечение молодых высококвалифицированных специалистов к работе в органах государственной власти.* Создание креативной рабочей обстановки, социализация сотрудников министерств и ведомств, устранение барьеров в коммуникации и мотивация молодых специалистов – основные условия для качественного выполнения работниками их задач в рамках программ цифровой трансформации.

5) *Разработка единого шаблона программного обеспечения класса ERP для цифровой трансформации промышленности.* Предлагается поддержать инициативу по развитию софтверного рынка (разработка программного обеспечения) в Беларуси как ключевого элемента цифровой экономики и цифровой трансформации промышленности. Составление информационного каталога тестовых (демонстрационных) площадок и полигонов цифровой промышленности, которые внедрены на предприятиях промышленности для тиражирования на внутреннем рынке.

6) *Единый портал агропромышленности, объединяющий всех фермеров для кооперации в сфере закупок удобрений и эффективного использования сельхозтехники.*

Портал должен включать: построение системы цифрового земледелия на государственном уровне, создание единой базы данных по ценам на сельскохозяйственную продукцию, предоставление и распространение информации о продажах и покупках.

7) *Интегрированная информационная система здравоохранения («электронное здравоохранение»).* Электронное здравоохранение понимается как централизованная система, в которой все медучреждения будут работать по единым стандартам. Данная система автоматизирует полный цикл информационного сопровождения оказания медицинских услуг населению (электронная медицинская карта пациента, электронные рецепты, диспансеризация, учет беременных и т. д.).

НАН Беларуси продолжает деятельность по обеспечению развития информатизации и цифровой трансформации по различным направлениям, в том числе:

реализация функции головной организации республики по научно-методическому обеспечению развития информатизации (в соответствии с Уставом Национальной академии наук Беларуси, утвержденным Указом Президента Республики Беларусь от 27.05.2019 г. № 197);

выполнение научных исследований и разработок по развитию государственной системы научно-технической информации Республики Беларусь (ГСНТИ);

разработка и реализация государственных программ научных исследований в области перспективных ИКТ;

разработка и реализация государственных научно-технических программ по развитию и внедрению ИКТ.

В настоящее время на уровне высшего руководства страны при непосредственном участии Министерства связи и информатизации Республики Беларусь, Национальной академии наук Беларуси и других заинтересованных сторон сформировано четкое понимание важности цифровой трансформации для достижения амбициозных целей, поставленных Президентом Республики Беларусь.

Стратегические цели развития цифровой экономики Беларуси – это повышение качества жизни населения, обеспечение конкурентоспособности страны и национальная безопасность. Благодаря усилиям государственных органов за последние годы в стране была создана надежная инфраструктура и нормативно-правовая база для ИКТ (49-е место в мире в рейтинге ООН в 2016 г., при этом по показателю «Электронное участие» – 76-е место).

Ключевым фактором сохранения конкурентоспособности стран является развитие цифровых технологий совместными усилиями государства и бизнеса. Становится все очевиднее, что инвестиции в строительство ИТ-страны способствуют экономическому росту не меньше, чем инвестиции в пути сообщения, электрические сети и другие физические объекты инфраструктуры.

Сформировать новое цифровое поколение, кадры для следования по пути цифровой трансформации помогают различные методы – от программы по обмену знаниями на уровне Совета Министров до углубленной учебной программы в университетах и бесплатных курсов для молодежи в технопарках.

Обсуждая проблематику цифровизации, важно следовать по единому терминологическому пути. Обратимся к Сократу, установившему, что точное логическое определение понятий – условие истинного знания. Одна из целей настоящего издания и заключается в обозначении угла зрения на важный и интересный круг задач.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА. РОБОТОТЕХНИКА

Технической основой средств вычислительной техники в настоящее время являются микроэлектронные изделия – цифровые сверхбольшие интегральные схемы и системы на кристалле, осуществляющие хранение, передачу и переработку цифровой двоичной (0,1) информации, которая в закодированном виде представляет все ее многообразие – текстовую и графическую информацию, звуковую и видеоинформацию и т. д. Успехи микроэлектроники позволили создать мощные персональные компьютеры и серверы, а также мобильные устройства – смартфоны, которые не только используются как телефоны, но и выполняют большое число дополнительных функций, в том числе имеют доступ в Интернет. Создание быстрой и надежной сети Интернет, совершенствование программного обеспечения привели к развитию облачных технологий, благодаря которым пользователи получают удаленный доступ к различным вычислительным ресурсам и большим объемам данных. Однако размерности задач и сложность требуемых вычислений быстро возрастают, так как практике приходится решать все более сложные задачи моделирования физических и технологических процессов, автоматизации проектирования, прогноза погоды и т. д. Эффективным практическим подходом к решению данных проблем является создание суперкомпьютерных центров и грид-систем с использованием параллельных вычислений. Тем не менее имеются задачи, например, в области криптографии, для которых существующих вычислительных средств совершенно недостаточно, поэтому для решения такого класса задач начинают использоваться квантовые вычисления и квантовые компьютеры. Развитие высокоразвитых технологий взаимосвязано. Совершенствование программно реализованных методов искусственного интеллекта, успехи микроэлектроники, механики (машиностроения) привели к созданию автоматических производственных линий и промышленных роботов в тяжелой и автомобильной промышленности, приборостроении и других отраслях. В настоящее время активно разрабатываются самые разные автономно функционирующие роботы, например, пожарные, космические, сервисные (бытовые), в том числе человекоподобные, которые заменяют обслуживающий персонал в гостиницах, банках и т. д. Общепризнано, что информационные вычислительные технологии, искусственный интеллект и роботы, наряду с другими перспективными технологиями, составят основу четвертой промышленной революции.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

П. Н. Бибило, Н. Н. Парамонов

Под вычислительной техникой понимается совокупность технических и программных средств, методов и средств (алгоритмов, технологий), используемых для автоматизации процессов вычислений, хранения и обработки информации.

Основным содержанием понятия «*вычислительная техника*» являются компьютеры. Слово «*компьютер*» – производное от английских слов to compute, computer, которые переводятся как «вычислять», «вычислитель». Первоначально в английском языке это слово означало человека, производящего арифметические вычисления с привлечением или без привлечения механических устройств. Впервые трактовка слова *компьютер* появилась в 1897 г. в Оксфордском английском словаре. Его составители тогда понимали компьютер как механическое вычислительное устройство.

Человечество с глубокой древности пыталось облегчить себе жизнь, изобретая разнообразные приспособления и устройства для вычислений. Самые первые идеи создания программируемой механической вычислительной машины выдвинуты более 160 лет назад. Они принадлежали англичанину Чарльзу Бэббиджу, чьи идеи намного опередили свое время. «Элементной базой» машины Бэббиджа служили «цифровые» колеса с различным числом зубьев. Созданная в 1834 г. Ч. Бэббиджем аналитическая машина стала первым прообразом современных компьютеров.

Свое название компьютеры получили по основной функции – проведению вычислений. Однако в настоящее время полагают, что основные функции компьютеров – обработка и управление информацией. Компьютеры настолько широко вошли в нашу жизнь, что мы уже и не представляем, как люди обходились без них раньше. На современных компьютерах пишут и рисуют, создают мультфильмы, рекламные ролики и специальные эффекты для фильмов. Особые программы помогают учиться, проектировать космические ракеты и города, предсказывать погоду. Компьютеры позволяют создавать и записывать музыку, производить сложные научные расчеты и эксперименты, восстанавливать облик вымерших животных, прогнозировать будущее. Самые интересные игры сегодня – это опять-таки компьютерные игры.

Наибольшее распространение среди компьютеров получили так называемые электронные вычислительные машины (ЭВМ). Теоретическим фунда-

ментом современных ЭВМ является булева алгебра, основы которой в 1854 г. разработал английский математик и философ Джордж Буль. Булева алгебра устанавливает правила выполнения логических операций сложения (ИЛИ), умножения (И) и отрицания (НЕ), которые технически реализуются электронными элементами. Математик Джон фон Нейман заложил основные принципы построения современных ЭВМ, состоящих из большого числа элементарных логических схем, действующих по двоичному принципу, сформулировав в 1946 г. основные принципы реализации архитектуры электронных вычислительных машин:

1. Принцип программного управления. Программа состоит из набора команд, которые выполняются процессором друг за другом в определенной последовательности.

2. Принцип однородности памяти. Как программы (команды), так и данные хранятся в одной и той же памяти (и кодируются в одной и той же системе счисления, чаще всего двоичной). Над командами можно выполнять такие же действия, как и над данными.

3. Принцип адресуемости памяти. Структурно основная память состоит из пронумерованных ячеек; процессору в произвольный момент времени доступна любая ячейка.

Компьютеры, построенные на этих принципах, относят к типу фоннеймановских. Очевидно, что наряду с аппаратными средствами важнейшим компонентом, необходимым для реализации архитектурных принципов ЭВМ, является программное обеспечение. В разговорной речи, говоря о программном обеспечении, часто используют слово «софт» (от англ. software). Программное обеспечение включает компьютерные программы и данные, предназначенные для решения определенного круга задач и хранящиеся на машинных носителях.

В вычислительной технике принято выделять этапы развития электронных вычислительных машин. ЭВМ относят к тому или иному поколению в зависимости от используемых при создании компьютеров технологий.

Самые ранние компьютеры были полностью механическими системами, в 1930-е гг. появились электромеханические компоненты (реле), а в 1940-х гг. были созданы первые полностью электронные компьютеры, имевшие в своей основе вакуумные электронные лампы. В 1950–60-е гг. на смену лампам пришли транзисторы, а в конце 1960-х – начале 1970-х гг. – полупроводниковые интегральные схемы (кремниевые чипы).

ЭВМ на электронных лампах принято относить к первому поколению компьютеров. Первая ЭВМ – ENIAC – была создана в США в 1948 г. и выполняла ограниченное число задач. Вместо реле в ENIAC использовались 18 тыс. электронных ламп, а для ввода-вывода информации – перфокарты. Первые компьютеры данного поколения в СССР были созданы немного позднее. К ним относятся такие ЭВМ, как БЭСМ-1, Урал-1 и др. Они содержали несколько десятков тысяч ламп и проделывали 5–10 тыс. операций в секунду. В Беларуси

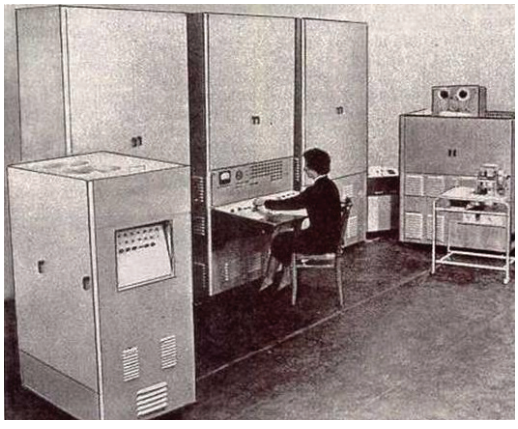
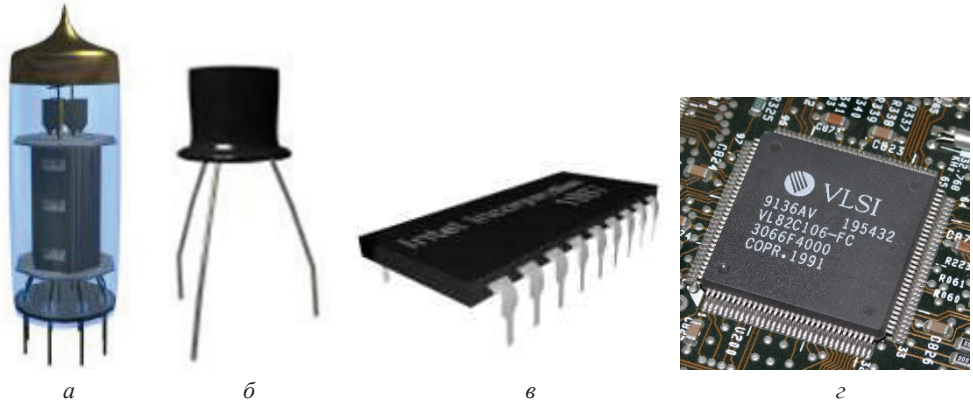


Рис. 1. ЭВМ «Минск-1»

была создана серийная ЭВМ первого поколения «Минск-1» производительностью 3000 операций в секунду (рис. 1).

Элементной базой ЭВМ второго поколения являются полупроводниковые приборы – транзисторы (рис. 2, *б*). Первые компьютеры на основе транзисторов появились в конце 1950-х гг., а к середине 1960-х гг. были созданы более компактные внешние устройства, что позволило фирме Digital Equipment выпустить в 1965 г. первый мини-компьютер PDP-8 размером с холодильник. Применение транзисторов в качестве основного элемента в ЭВМ привело к уменьшению размеров компьютеров в сотни раз и к повышению их надежности. Одновременно с процессом замены электронных ламп транзисторами совершенствовались методы хранения информации. Увеличился объем памяти, а магнитную ленту начали использовать как для ввода, так и для вывода информации. С середины 1960-х гг. получило распространение хранение информации на дисках.

Совершенствование архитектуры компьютеров позволило достичь быстродействия в миллион операций в секунду. В то время СССР шел в ногу со временем и выпускал ЭВМ мирового уровня. Одна из мощнейших машин этого класса – БЭСМ-6 (рис. 3) создана в СССР в 1967 г. Она совершала около 1 млн операций в секунду, содержала 60 тыс. биполярных транзисторов и 200 тыс. диодов.



а *б* *в* *г*

Рис. 2. Развитие элементной базы ЭВМ: *а* – электронная лампа: *б* – транзистор; *в* – интегральная схема малой степени интеграции; *г* – сверхбольшая интегральная схема

Рис. 3. ЭВМ БЭСМ-6

Рис. 4. ЭВМ ЕС-1060

Появление интегральных схем (ИС) ознаменовало собой новый этап в развитии вычислительной техники – рождение ЭВМ третьего поколения. Появление ИС означало подлинную революцию в вычислительной технике. Размеры и потребляемая мощность электронных схем сильно уменьшились, а их надежность значительно возросла. Выпускаемые в начале 1960-х гг. ИС содержали несколько десятков транзисторов, их называли интегральными схемами малой степени интеграции (рис. 2, *в*). Первая в СССР серийная ЭВМ третьего поколения ЕС-1020 была создана в Минске в 1971 г. Одной из самых мощных ЭВМ третьего поколения в СССР была ЭВМ ЕС-1060 (рис. 4). Она обладала быстродействием до 3 млн операций в секунду, и содержала более 10 млн транзисторов.

Бурное развитие полупроводниковой технологии позволило в начале 1970-х гг. перейти к созданию больших и сверхбольших интегральных схем (БИС и СБИС) (рис. 2, *г*), на основе которых были созданы ЭВМ четвертого поколения, выполняющие сотни миллионов операций в секунду. История четырех поколений электронных вычислительных машин является, по сути, историей развития больших универсальных ЭВМ, предназначенных для выполнения интенсивных вычислительных работ и организации централизованных хранилищ данных большой емкости.

Затем массовое распространение получили персональные ЭВМ, или персональные компьютеры (ПЭВМ, или ПК) (рис. 5). В чем причина феноменального успеха ПК? В 1981 г. появился ПК IBM PC (Personal Computer). Через несколько лет он стал стандартом персональных компьютеров. В ПК был реализован принцип, аналогичный принципам детского конструктора. Схемы, управляющие всеми устройствами (монитором, дисками, принтером, модемом и др.), реализованы на отдельных платах, которые вставляются в стандартные разъемы системной платы – слоты. Весь компьютер питается от единого блока питания. Этот принцип, названный принципом открытой архитектуры, наряду с другими достоинствами обеспечил потрясающий успех персональным компьютерам. Многие компании начали выпускать ПК, что

способствовало наступлению эры персональных компьютеров и компьютерной революции.

Развитие микроэлектроники и микропроцессорных технологий привело к созданию многоядерных универсальных процессоров и спецпроцессоров, число транзисторов в современных кристаллах достигает десятков миллиардов – это так называемые системы-на-кристалле. Сегодня лидерами в производстве процессоров являются две крупнейшие компании: Intel и AMD. Функциональные возможности процессоров стремительно развивались, увеличивалось количество ядер, появились гибридные процессоры на базе чипов, в которых интегрированы как ядра традиционных процессоров, так и ядра графических процессоров GPU (Graphic Processing Unit).

Появились малогабаритные накопители на жестких магнитных дисках (HDD) и твердотельные накопители (SSD), а также модули оперативной памяти большой емкости и мощные видеокарты с графическими спецпроцессорами. Все эти технические успехи дали новый толчок к развитию суперкомпьютерных технологий, базирующихся на принципе параллельных вычислений. Компьютерный мир изменился. Полувековая эпоха последовательной организации вычислений начала сменяться эрой параллелизма параллельных вычислительных технологий и параллельных вычислительных систем. Появление кластерных систем и переход всех ведущих производителей вычислительной техники на многоядерные процессоры сделали компьютерный мир параллельным. Большинство суперкомпьютеров имеет кластерную архитектуру. Кластер – это совокупность вычислительных узлов, объединенных между собой быстродействующими связями для выполнения соответствующих задач под управлением операционной системы. Системное ПО кластерных суперкомпьютерных конфигураций обычно включает следующие основные программные компоненты: ОС (как правило, типа Linux); программные средства

Рис. 5. Персональный компьютер

Рис. 6. Суперкомпьютер «СКИФ К-500»

поддержки системной сети типа InfiniBand; средства разработки параллельных программ; системы пакетной обработки заданий. Тенденции развития информационных технологий, наличие и возрастающая доступность суперкомпьютерных ресурсов диктуют необходимость широкого внедрения принципов параллельных вычислений для решения сложнейших и наукоемких задач. Быстро развиваются облачные вычисления на основе обеспечения удобного доступа по сети Интернет к общему фонду конфигурируемых вычислительных ресурсов.

Созданные в Республике Беларусь кластерные суперкомпьютеры «СКИФ К-500» (рис. 6) и «СКИФ К-1000» в 2003–2006 гг. входили в рейтинг Топ-500 самых быстродействующих вычислительных конфигураций в мире. Поражают темпы роста производительности суперкомпьютерных систем. Первый Топ-500 самых мощных суперкомпьютеров в мире в июне 1993 г. возглавлял американский компьютер CM-5 с пиковой производительностью 131 гигафлопс (1024 процессоров). В публикации списка Топ-500 за ноябрь 2018 г. верхнюю строчку занимает американский суперкомпьютер Summit с пиковой производительностью 200 петафлопс (количество процессорных ядер – 2 397 824). Компьютерная революция продолжается.

СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ И ГРИД-СИСТЕМЫ

Н. Н. Парамонов, О. П. Чиж

Суперкомпьютерные, или HPC (High Performance Computing) технологии являются, по сути, новым технологическим инструментом для постановки и решения принципиально и качественно новых научно-технических приложений в различных отраслях экономики. Использование суперкомпьютерных технологий обеспечивает получение новых знаний об объектах, сложных системах и явлениях как результат проведения серий вычислительных экспериментов. Суперкомпьютерные технологии позволяют использовать новые граничные условия и методы дискретизации многомерных объектов в динамически изменяемых условиях поведения, что практически невозможно при использовании обычных персональных компьютеров и рабочих станций.

В настоящее время очевидно, что суперкомпьютерные ресурсы относятся к факторам, определяющим стратегический потенциал страны оборонного, научно-технического и экономического значения. Темпы развития информационных технологий, наличие и возрастающая доступность суперкомпьютерных

ресурсов диктуют необходимость широкого внедрения принципов параллельных вычислений для решения сложнейших и наукоемких задач в ключевых экономически значимых секторах экономики.

Тенденции развития суперкомпьютерных технологий объективно отображаются в списках пятисот наиболее мощных суперкомпьютеров мира Топ-500, которые публикуются два раза в год начиная с 1993 г. В мае 2004 г. Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН и Научно-исследовательский центр МГУ им. М. В. Ломоносова начали совместный проект по формированию списка 50 наиболее мощных компьютеров СНГ (Топ-50). В список включаются 50 вычислительных систем, установленных на территории СНГ и показавших к моменту выхода списка наибольшую производительность на тесте Linpack. Список обновляется два раза в год.

Формальное определение понятия «суперкомпьютер» было сформулировано на VII Национальном суперкомпьютерном форуме в Переславле-Залесском (28 ноября 2018 г.) член-корреспондентом РАН, директором ИПС РАН С. М. Абрамовым. Он заявил, что говорить про цифровую экономику нельзя, пока у страны нет развитой сети суперкомпьютеров. Только они могут быть фундаментом для цифровой экономики, цифрового проектирования и цифрового производства. С. М. Абрамов дал следующее определение понятия «суперкомпьютер»: «Главное свойство суперкомпьютера – огромная скорость расчетов, высокая производительность, причем не просто высокая, а самая высокая в мире. Дважды в год появляется рейтинг самых производительных машин в мире (Топ-500), и теперь суперкомпьютерами называют те машины, которые вошли в этот список. Однако здесь никогда не будет военных разработок, поэтому определение приходится расширить. Суперкомпьютер – это тот компьютер, который попал в рейтинг Топ-500 или мог бы попасть по своим характеристикам, но не подавался по разным причинам».

Производительность суперкомпьютерных систем непрерывно возрастает. На момент публикации первого списка Топ-500 лучших суперкомпьютеров в июне 1993 г. самым мощным компьютером в мире был CM-5/1024, расположенный в Лос-Аламосской национальной лаборатории в Калифорнийском университете. Он находился в ведении Министерства энергетики США и был изготовлен компанией Thinking Machine. CM-5/1024 состоял из 1024 процессоров SuperSPARC, работающих на тактовой частоте 32 МГц. Теоретическая вычислительная мощность системы составляла 131 гигафлопс, но на тесте Linpack, который использовался для получения результатов для рейтинга Топ-500, фактическая производительность (59,7 Гфлопс) оказалась менее половины заявленной.

В публикации списка Топ-500 за ноябрь 2018 г. верхнюю строчку занимает суперкомпьютер Summit из американской Окриджской национальной лаборатории. Согласно спецификациям он обеспечивает пиковую производительность Rpeak в 200 петафлопс двойной точности (FP64). В Топ-500 этот суперкомпьютер лидирует с показателем Rmax в 143,5 Пфлопс. Количество ядер – 2 397 824. Потребляемая мощность установки – 9783 кВт.

Вычислительные конфигурации, являющиеся основой корпоративных (отраслевых) центров обработки данных (ЦОД) и входящие в списки 50 наиболее мощных компьютеров СНГ (Топ-50), будем называть корпоративными (отраслевыми) суперкомпьютерами. При дальнейшем изложении будем использовать термин «суперкомпьютер», имея ввиду вхождение такой вычислительной конфигурации в Топ-500 и (или) Топ-50.

Специфика архитектурных и технических решений, реализованных в процессе развития HPC-технологий, отражена в данной статье на практических примерах создания белорусских суперкомпьютерных конфигураций семейства «СКИФ».

Суперкомпьютерное направление «СКИФ» отметило в 2018 г. 20-летний юбилей. Аббревиатура «СКИФ» (СуперКомпьютерная Инициатива Феникс) отражает основную цель совместных программ этого направления – внедрение суперкомпьютерных технологий в экономику Беларуси и России для решения ресурсоемких задач путем создания ряда программно совместимых суперкомпьютерных конфигураций с широким спектром производительности и прикладных комплексов на их основе.

Суперкомпьютерное направление «СКИФ» развивается в рамках программ Союзного государства (рис. 1). Государственный заказчик этих программ в Республике Беларусь – Национальная академия наук (НАН) Беларуси, головной исполнитель в Республике Беларусь – Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси. За это время созданы пять поколений кластеров семейства «СКИФ»: конфигурации Ряда 1, Ряда 2, Ряда 3, Ряда 4 и конфигурации «СКИФ-ГЕО», а также персональные кластеры семейства «СКИФ-Триада».

Первая программа направления «СКИФ» «Разработка и освоение в серийном производстве семейства моделей высокопроизводительных вычислительных систем с параллельной архитектурой (суперкомпьютеров) и создание прикладных систем на их основе» была утверждена постановлением Исполнительного Комитета Союза Беларуси и России № 43 от 22 ноября 1999 г. С учетом темпов роста мировой суперкомпьютерной отрасли и реальных бюджетов проектов белорусско-российских программ направления «СКИФ» главной задачей становится реализация в этих проектах технических решений, соответствующих современному мировому уровню суперкомпьютерных технологий.

Опытные образцы белорусских суперкомпьютерных конфигураций «СКИФ» реализованы на базе перспективных для своего времени технических решений. Например, в 2003 г. в рамках программы Союзного государства «СКИФ» был создан кластер «СКИФ К-500» с пиковой производительностью 716,6 Гфлопс. Создание этого кластера явилось качественно новым результатом, позволившим вплотную приблизиться к терафлопсному диапазону производительности.

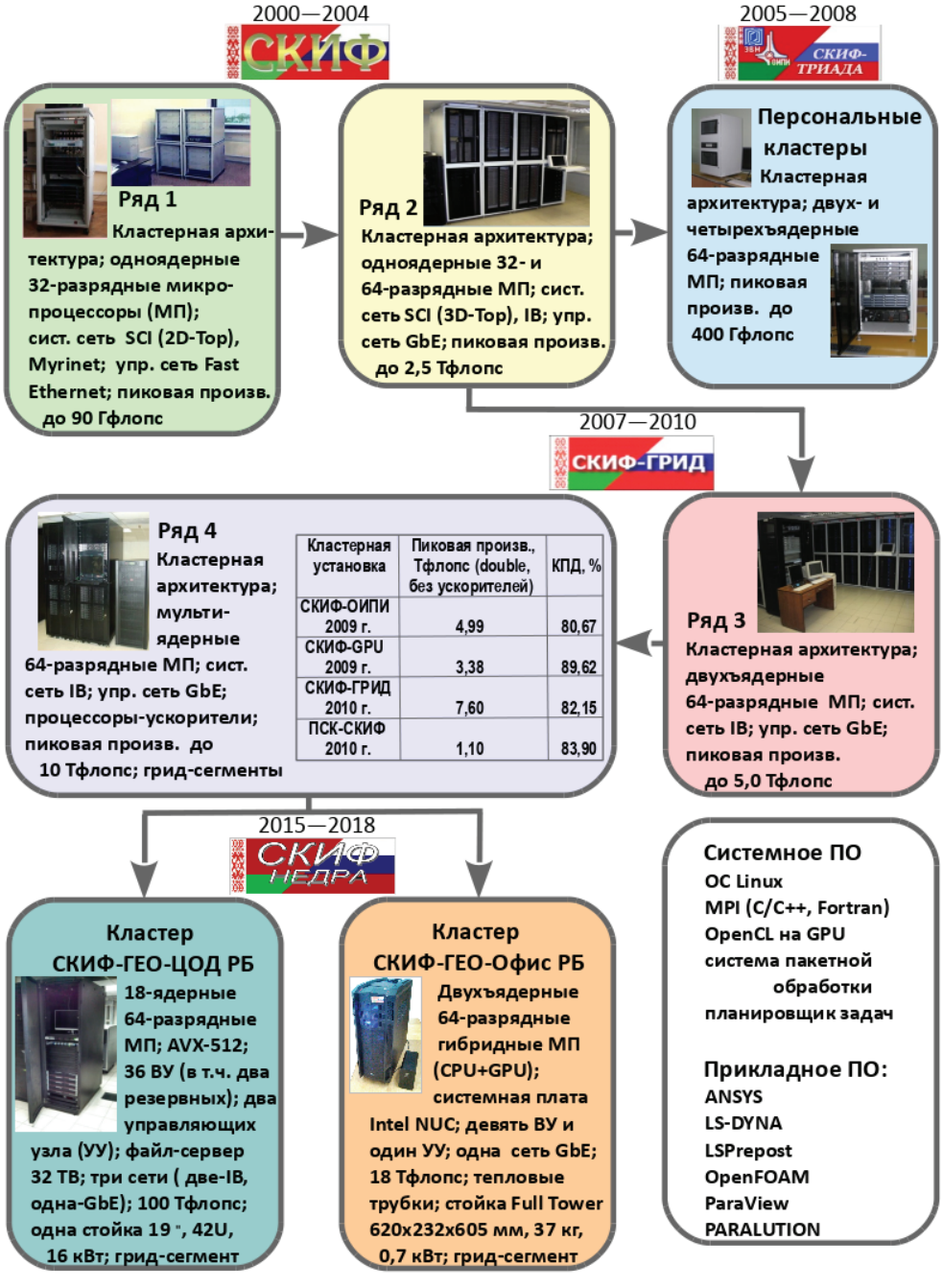


Рис. 1. Основные этапы создания суперкомпьютерного семейства «СКИФ» в Республике Беларусь

Реальная производительность кластера в 423,6 млрд операций в секунду, достигнутая на тесте Linpack, стала основанием для его включения под номером 407 в 22-й выпуск списка Топ-500. Включение кластера «СКИФ К-500» в Топ-500 наиболее мощных вычислительных установок в мире означало достижение уже в 2003 г. важного прямого политического эффекта: Республика Беларусь и Россия наравне с США, Японией и еще 11 странами стали создателями и обладателями престижной критической суперкомпьютерной технологии.

Старшая модель семейства «СКИФ» Ряда 2 – кластер «СКИФ К-1000» с пиковой производительностью 2,5 трлн операций в секунду – 9 ноября 2004 г. была включена в очередной 24-й выпуск списка Топ-500 под номером 98. В первую сотню рейтинга вошли суперкомпьютерные установки 16 стран, из них установки собственных разработчиков представили только пять стран: США, Япония, Китай, Беларусь и Россия. Суперкомпьютер «СКИФ К-1000» на 1 января 2005 г. являлся самым мощным компьютером на территориях СНГ и Восточной Европы и входил в четыре подряд редакции списка Топ-500.

Белорусские кластеры семейства «СКИФ» Ряда 4 до сих пор соответствуют современным базовым мировым тенденциям развития суперкомпьютерных технологий: кластерная архитектура, ОС Linux, сетевые интерфейсы – InfiniBand (IB) и Gigabit Ethernet (GbE), вычислительные узлы на основе многоядерных процессоров с архитектурой x86 и спецпроцессоров.

Эти кластеры неоднократно входили в списки Топ-50 самых мощных компьютеров СНГ. Так кластер «СКИФ ОИПИ» был включен в 11-ю редакцию списка Топ-50 от 22 сентября 2009 г. под номером 21, кластер «СКИФ-GPU» вошел в 13-ю редакцию списка Топ-50 от 21 сентября 2010 г. под номером 45, а кластер «СКИФ-ГРИД» включен в 14-ю редакцию списка Топ-50 от 29 марта 2011 г. под номером 40. Вошел в 29-ю редакцию от 24 сентября 2018 г. списка Топ-50 под номером 37 и кластер «СКИФ-ГЕО-ЦОД РБ» с пиковой производительностью 100 Тфлопс.

При оценке диапазона производительности перспективных белорусских суперкомпьютеров учитывались реальные объемы финансирования создания белорусских суперкомпьютерных конфигураций семейства «СКИФ», развитие грид-технологий в Республике Беларусь и реальная востребованность корпоративных (отраслевых) суперкомпьютерных ресурсов в нашей стране.

Бурное развитие суперкомпьютерных технологий приводит к существенному увеличению вычислительной плотности и снижению стоимости вычислений. Например, стоимость создания в 2004 г. кластера «СКИФ К-1000» (пиковая производительность 2,5 Тфлопс) составила 2 млн долларов. Стоимость 1 Гфлопса в этом случае составила 800 долларов. Оборудование кластера «СКИФ К-1000» располагалось в восьми 19” стойках, бесперебойное электро-

питание кластера обеспечивалось при помощи восьми стоек ИБП (источник бесперебойного питания).

Стоимость создания в 2018 г. кластера «СКИФ-ГЕО-ЦОД РБ» (пиковая производительность 100,0 Тфлопс) составила 0,55 млн долларов. Стоимость 1 Гфлопса в этом случае составила примерно 5,5 доллара. Оборудование кластера «СКИФ-ГЕО-ЦОД РБ» располагается в одной 19” стойке, бесперебойное электропитание кластера обеспечивается при помощи одной стойки ИБП. Потребляемая мощность – в пределах 18 кВт. Отметим, что с учетом экспертных оценок создание самых мощных суперкомпьютеров в мире (Топ-5) стоит 150–200 млн долларов. При этом стоимость 1 Гфлопса составляет 1,0–2,0 доллара. Потребляемая мощность – 10 и более мВт.

Базовые технические решения создания суперкомпьютеров семейства «СКИФ» непрерывно совершенствовались. Концепция создания моделей суперкомпьютеров семейства «СКИФ» базируется на масштабируемой кластерной архитектуре, реализуемой на классических кластерах из вычислительных узлов на основе компонент широкого применения (стандартных микропроцессоров, модулей памяти, жестких дисков и материнских плат, в том числе с поддержкой SMP). *Кластерный архитектурный уровень* – это тесно связанная сеть (кластер) вычислительных узлов (ВУ), работающих под управлением операционной системы (ОС). В семействе суперкомпьютеров «СКИФ» в качестве базовой классической системы поддержки параллельных вычислений выбран MPI (Message Passing Interface), что не исключает использования других средств. Базовая кластерная архитектура с использованием двух сетей (системной и командной) была основой для первых четырех поколений белорусских кластеров семейства «СКИФ». В кластере пятого поколения «СКИФ-ГЕО-ЦОД РБ» кластерный архитектурный уровень организован на базе трех сетей: системной сети для MPI-обменов, сети для файловых операций ввода/вывода и командной (вспомогательной) сети для оптимизации параллельного выполнения программ. Трехсетевая архитектура кластера «СКИФ-ГЕО-ЦОД РБ» представлена на рис. 2.

Первоначально белорусские кластерные конфигурации создавались на основе базовой кластерной архитектуры без использования спецпроцессоров. В процессе развития суперкомпьютерных технологий на рынке появились эффективные спецпроцессоры, которые использовались при создании белорусских суперкомпьютеров Ряда 4 (кластеры «СКИФ-ОИПИ», «СКИФ-GPU», «СКИФ-ГРИД»). В кластере «СКИФ-ОИПИ» использованы спецпроцессоры Cell, в кластерах «СКИФ-GPU» и «СКИФ-ГРИД» – графические процессоры GPU (Graphic Processing Unit). В этих кластерах используются гибридные ВУ на базе процессоров архитектуры x86-64 и процессоров-ускорителей.

Бурное развитие технологий HPC привело к естественной экспансии параллельной архитектуры (в основном кластерной) во все направления компьютерной отрасли: суперкомпьютеры, серверы, рабочие станции. Переход на

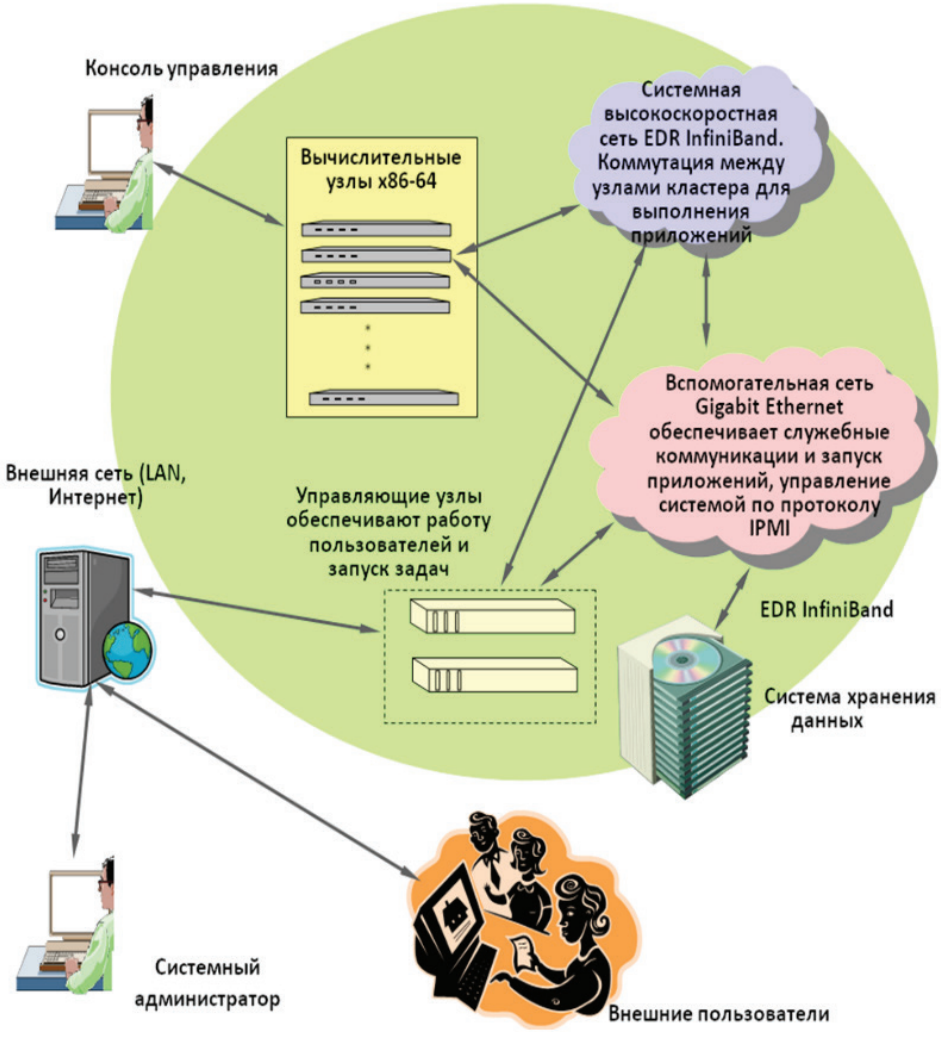


Рис. 2. Трехсетевая архитектура кластера «СКИФ-ГЕО-ЦОД РБ»

вычислительную технику с параллельной архитектурой вынуждает пользователей изменять весь привычный стиль взаимодействия с компьютерами. И это обстоятельство может в значительной степени снизить эффективность использования новой и к тому же дорогой суперкомпьютерной техники с параллельной архитектурой. Изложенную проблему может решить появление сравнительно недорогих малогабаритных вычислительных комплексов с кластерной архитектурой, которые можно устанавливать в обычных помещениях, лабораториях или офисах на рабочих местах пользователей. Персональные кластеры (персональные суперкомпьютеры) позволяют разрабатывать

методику применения параллельных вычислений для тех или иных прикладных задач, которые можно легко переносить на более высокопроизводительные кластеры. Адресной аудиторией персональных кластеров являются академические и научные общества, большие корпорации, учебные заведения и предприятия.

Примером реализации этого направления является малогабаритный офисный кластер «СКИФ-ГЕО-Офис РБ», созданный в 2018 г. в рамках программы Союзного государства «СКИФ-НЕДРА». Уровень акустических шумов, создаваемых офисным кластером, не должен превышать норм, установленных для офисных устройств.

Офисный кластер «СКИФ-ГЕО-Офис РБ» имеет встроенное воздушное охлаждение на базе отечественных тепловых трубок. В нем используются гибридные ВУ на базе процессоров APU (Accelerated Processing Unit), в которых интегрированы как ядра традиционных (классических) процессоров архитектуры x86-64, так и ядра GPU. Общий вид опытного образца кластера «СКИФ-ГЕО-Офис РБ» представлен на рис. 3, 4. В кластере «СКИФ-ГЕО-Офис РБ» предусмотрены 9 ВУ и 1 управляющий узел. Интегральная пиковая производительность кластера «СКИФ-ГЕО-Офис РБ» для 10 ВУ при выполнении операций с плавающей точкой с двойной точностью Пint = 17,846 Тфлопс.

Программное обеспечение (ПО) белорусских суперкомпьютеров семейства «СКИФ» включает следующие основные программные компоненты: ОС, программные средства поддержки системной сети InfiniBand (для кластеров ЦОД), средства разработки параллельных программ, системы пакетной обработки заданий.

Рис. 3. Общий вид опытного образца кластера «СКИФ-ГЕО-Офис РБ»

Рис. 4. Общий вид опытного образца кластера «СКИФ-ГЕО-Офис РБ» при снятых боковых панелях

В качестве базовой ОС используется ОС Linux – одна из самых надежных, эффективных и перспективных ОС, которую сегодня многие коммерческие и государственные организации выбирают в качестве базовой для приложений и перспективных разработок в области построения распределенных вычислительных систем и параллельных вычислений. ОС Linux свободно распространяется с исходными текстами. С учетом практического опыта было принято решение использовать в белорусских суперкомпьютерах семейства «СКИФ» последние версии дистрибутива Fedora Linux с обновлениями для повышения производительности кластеров.

В качестве средств разработки параллельных программ реализована связка из стандартных компиляторов дистрибутива Linux (C/C++, Fortran) и библиотеки MPI (Message Passing Interface).

В качестве программных средств пакетной обработки заданий используется свободно распространяемая версия системы пакетной обработки PBS (Portable Batch System) – Torque (Terascale Open-source Resource and QUEue Manager), а в качестве планировщика задач используется программный пакет Maui.

На белорусских суперкомпьютерах семейства «СКИФ», как правило, устанавливаются следующие прикладные предметно ориентированные программные пакеты, обеспечивающие адекватность поведения моделируемых процессов и распараллеливание расчетов при разработке приложений в кластерной среде: ANSYS, LS-DYNA, LSPrepost, OpenFOAM, ParaView, PARALUTION.

Важнейшим практическим результатом реализации программы «СКИФ» является создание в ОИПИ НАН Беларуси Республиканского суперкомпьютерного центра коллективного пользования (РСКЦ КП) с возможностью удаленного доступа к его вычислительным ресурсам. Создание РСКЦ КП в ОИПИ НАН Беларуси обеспечило возможность предоставления услуг для решения сложнейших прикладных задач в различных отраслях экономики страны, требующих компьютерных и информационных ресурсов, владение которыми недоступно или экономически нецелесообразно для отдельных организаций.

Непрерывный рост производительности суперкомпьютерных систем дал толчок развитию распределенных вычислительных систем. Одним из перспективных направлений создания таких систем является грид-компьютинг. Грид – это современная технология создания эффективных распределенных гетерогенных сетей, обеспечивающих интеграцию информационных и вычислительных ресурсов. Основная задача грид – реализация гибкого, защищенного, скоординированного вычислительного пространства для совместного использования ресурсов динамически меняющимися сообществами пользователей. В распределенных грид-инфраструктурах реализуются механизмы обеспечения безопасности, в частности, аутентификация и авторизация пользователей, обмен сертификатами, обеспечение конфиденциальности и це-

лостности данных, а также аудит и мониторинг ресурсов и пользователей. Благодаря наборам стандартизированных служб (сервисов) обеспечивается надежный совместный доступ к территориально распределенным информационным и вычислительным ресурсам и данным (отдельным компьютерам, кластерам, хранилищам информации и сетям) независимо от места расположения потребителей. Практической реализацией идеи грид-компьютинга является создание аппаратно-программных комплексов на базе грид-инфраструктур с суперкомпьютерными ресурсами (АПК-ГРИД).

АПК-ГРИД фактически представляет собой систему обработки, хранения и предоставления данных на базе распределенной грид-инфраструктуры с суперкомпьютерными ресурсами и соответствующим ПО, предназначенную для интеграции распределенных информационных и вычислительных ресурсов с целью эффективного решения различных ресурсоемких задач. Распределенную инфраструктуру АПК-ГРИД, по сути, можно представить в виде «облака», включающего разнообразные ресурсы для обработки, хранения и передачи данных и предоставляющего соответствующие услуги (сервисы) по запросам абонентов. Абонентами АПК-ГРИД могут быть как сотрудники предприятия, в котором установлен этот комплекс, так и иные пользователи, имеющие соответствующие сертификаты (права) доступа к ресурсам комплекса. Абоненты АПК-ГРИД, оснащенные соответствующими средствами обработки и приема-передачи данных, взаимодействуют с АПК-ГРИД через соответствующие каналы связи локальной или глобальной сетей.

В общем случае АПК-ГРИД должен создаваться на базе соответствующей грид-сети или входить в состав некоторой грид-сети того или иного масштаба. Можно выделить три основные категории грид-сетей: относительно простая вычислительная грид-сеть, предоставляющая ресурсы пользователям одной рабочей группы, одного департамента, одного проекта отраслевого предприятия, – групповая грид-сеть (Cluster Grid); грид-сеть, охватывающая несколько групп, работающих над различными проектами в рамках одного отраслевого предприятия, – грид-сеть предприятия (Enterprise Grid); сеть, в которой участвуют несколько независимых предприятий отрасли, предоставляющих друг другу свои ресурсы в соответствии с установленными между ними определенными правилами обмена ресурсами и протоколами взаимодействия, – отраслевая грид-сеть (Branch Grid, отраслевой ГРИД). В принципе возможна организация грид-сети республиканского (национального) масштаба. Грид-сети высокого уровня (национальные, отраслевые, а также грид-сети предприятий, имеющих собственные ЦОД с суперкомпьютерными ресурсами), как правило, имеют операционный и удостоверяющий центры (ОЦ и УЦ). Цели и задачи работы ОЦ: разработка структуры управления грид-сетью и разработка процедур управления грид-сетью; развертывание серверов и служб, обеспечивающих работу сервисов ОЦ и корневых сервисов грид-се-

ти; ведение и учет пользователей и ресурсов грид-сети; осуществление управления грид-сетью.

УЦ грид-сети формирует на основе инфраструктуры открытых ключей цифровые сертификаты сервисов и пользователей грид-сети. УЦ грид-сети может входить в состав ОЦ грид-сети. В основе инфраструктуры открытых ключей (PKI – Public Key Infrastructure) лежит использование криптографической системы с открытым ключом. Закрытый ключ известен только его владельцу, УЦ создает сертификат открытого ключа, удостоверяя этот ключ. Грид-сети нижнего уровня (групповая грид-сеть, грид-сеть предприятия) могут иметь только УЦ для обеспечения безопасного доступа. В принципе возможно делегирование функций УЦ сети более высокого уровня с ОЦ и УЦ.

В рамках программ Союзного государства проводились практические работы по созданию конкретных специализированных АПК-ГРИД. С учетом этого опыта на рис. 5 представлена обобщенная структура АПК-ГРИД.

Рис. 5. Обобщенная структура АПК-ГРИД

Основой структуры АПК-ГРИД являются вычислительные ресурсы с соответствующим системным и прикладным ПО, программное обеспечение промежуточного уровня (ПО ПУ) и грид-сервисы. В случае использования кластерных конфигураций ПО ПУ устанавливается на управляющих узлах

этих кластеров. ПО ПУ обеспечивает, по сути, функционирование всей распределенной сетевой инфраструктуры, включая прозрачную работу приложений в неоднородной сетевой среде. Задача ПО ПУ – создать единую виртуальную среду для выполнения распределенного приложения, не зависящую от сетевых служб, аппаратных платформ, операционных сред и географической удаленности.

Для нормального функционирования распределенной системы ПО ПУ должно как минимум обеспечить идентификацию выполняемой программы; авторизацию пользователя; описание ресурсов; выполнение распределенных алгоритмов; доступ к удаленным данным; распределение ресурсов; определение работоспособности ресурсов и др. Реализация этих функций обеспечивается соответствующими грид-службами (грид-сервисами). Ключевую роль играют корневые грид-сервисы – набор сервисов верхнего уровня, обеспечивающий работу как грид-сети в целом, так и отдельных грид-сервисов. Для предоставления пользователям надежного, безопасного и унифицированного доступа к ресурсам кластерных конфигураций, входящих в состав АПК-ГРИД, в составе грид-сети создаются грид-сайты. Использование системы визуализации позволяет целиком или частично избежать копирования громоздких результатов суперкомпьютерного моделирования на рабочее место пользователя.

Примером практической реализации АПК-ГРИД является аппаратно-программный комплекс распределенной грид-инфраструктуры обработки и предоставления данных дистанционного зондирования Земли (АПК-ГРИД-ДЗЗ). Работы по созданию АПК-ГРИД-ДЗЗ завершены в 2017 г. в рамках программы Союзного государства «Мониторинг-СГ». Целью работы было создание АПК-ГРИД-ДЗЗ и проведение исследований и анализа принципов выполнения прикладных ресурсоемких задач обработки данных ДЗЗ на основе реальных цифровых фотографий поверхности Земли.

Другой пример – создание испытательного полигона (стенда) и совместного российско-белорусского участка ГРИД-сегмента для проведения испытаний программно-аппаратных комплексов, проведения исследований и анализа прикладного ПО для решения геолого-геофизических задач, созданного в 2018 г. в рамках программы Союзного государства «СКИФ-НЕДРА».

ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

В. Н. Венгеров

Интернет стал неотъемлемой частью жизни людей, и регулярно появляются новые возможности, способные облегчить выполнение самых разных задач. В развитых странах все большее распространение получают технологии так называемых облачных вычислений (cloud computing), которые можно применять в самых разных сферах: образовании, медицине, логистике, банковской сфере, бизнесе, играх и т. д.

На белорусском рынке они еще не так заметны, но постепенно начинают проникать во все сферы деятельности. Ответ на вопрос, почему до сих пор облачные технологии не получили широкого распространения, довольно прост: непонимание и вполне нормальное чувство предельной осторожности по отношению ко всем нововведениям, касающимся такого серьезного вопроса, как бизнес-предприятие.

Облачные технологии – технологии распределенной обработки цифровых данных, с помощью которых компьютерные ресурсы предоставляются интернет-пользователю как онлайн-сервис.

Облачные вычисления – модель предоставления повсеместного и удобного сетевого доступа к общему пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов (например, серверы, приложения, сети, системы хранения и сервисы), которые могут быть быстро предоставлены и освобождены с минимальными усилиями по управлению и необходимости взаимодействия с провайдером.

Концепция облачных вычислений предполагает, что программы запускаются и выдают результаты работы в окно стандартного веб-браузера на локальном персональном компьютере, при этом все приложения и их данные, необходимые для работы, находятся на удаленном сервере в Интернете. Облачные вычисления – это платформа, которая программное обеспечение (ПО) и ИТ-инфраструктуру поставляет через Интернет как услугу. Используя технологию «тонкий клиент», смартфон или портативный компьютер, конечный пользователь получает доступ к облачным ресурсам.

Потребители облачных вычислений могут значительно уменьшить расходы на инфраструктуру информационных технологий (в краткосрочном и среднесрочном планах) и гибко реагировать на изменения вычислительных потребностей, используя свойства вычислительной эластичности (elastic computing) облачных услуг.

С момента появления в 2006 г. концепция облачных технологий глубоко проникает в различные ИТ-сферы и занимает все более весомую роль в практике: по оценке IDC рынок публичных облачных вычислений уже к 2009 г. составил

17 млрд долларов – около 5 % от всего рынка информационных технологий, а в 2014 г. суммарные затраты организаций на инфраструктуру и услуги, связанные с облачными вычислениями, оцениваются почти в 175 млрд долларов.

Определение облачных вычислений на первый взгляд очень запутанное. Для того чтобы лучше их представить, можно привести простой пример: раньше пользователь для доступа в электронную почту использовал некоторое ПО, установленное на его компьютере, теперь же он просто заходит через браузер на сайт той компании, чьи услуги электронной почты ему нравятся, без посредников.

Современная реализация облачных технологий началась с 2006 г., когда компания Amazon представила свою инфраструктуру веб-сервисов, не только обеспечивающую хостинг, но и предоставляющую клиенту удаленные вычислительные мощности.

Существует три модели обслуживания облачных вычислений:

1. *Программное обеспечение как услуга (SaaS, Software as a Servise).* Пользователю предоставляются программные средства – приложения провайдера, выполняемые на облачной инфраструктуре. Доступ к такому приложению осуществляется посредством Интернета и браузера.

2. *Платформа как услуга (PaaS, Platform as a Service).* Пользователю предоставляются средства для развертывания на облачной инфраструктуре создаваемых потребителем или приобретаемых приложений, разрабатываемых с использованием поддерживаемых провайдером инструментов и языков программирования. Вместо покупки серверов, ПО, специального сетевого оборудования пользователь может получить эти ресурсы в виде удаленного пользования (удаленный виртуальный сервер с уникальным IP-адресом или несколькими адресами), а также систему хранения данных.

3. *Инфраструктура как услуга (IaaS, Infrastructure as a Service).* Пользователю предоставляются средства обработки данных, хранения, сетей и других базовых вычислительных ресурсов, на которых потребитель может развертывать и выполнять произвольное ПО, включая операционные системы и приложения. При использовании данной услуги пользователь получает готовую виртуальную платформу из одного или нескольких серверов, с установленным на них системным и прикладным ПО. Данный сервис представляется как физический хостинг, при котором серверы заказчика устанавливаются на технической площадке интернет-провайдера (в Центре обработки данных). При этом заказчику предоставляется возможность выбора и установки необходимого ему программного и аппаратного обеспечения.

Выделяют несколько преимуществ использования облачных технологий:

доступность – доступ к информации, хранящейся на облаке, может получить каждый, кто имеет компьютер, планшет, любое мобильное устройство, подключенное к Интернету;

мобильность – у пользователя нет постоянной привязанности к одному рабочему месту, из любой точки мира можно получать отчетность и следить за производством;

экономичность – пользователю не нужно покупать дорогостоящие, большой вычислительной мощности компьютеры и ПО, ему также нет необходимости нанимать специалиста по обслуживанию локальных информационных технологий;

арендность – пользователь получает необходимый пакет услуг только в тот момент, когда он ему нужен, и платит только за количество приобретенных функций;

гибкость – необходимые ресурсы предоставляются провайдером автоматически;

высокая технологичность – большие вычислительные мощности, которые предоставляются в распоряжение пользователя, можно использовать для хранения, анализа и обработки данных;

надежность – по мнению экспертов, надежность, которую обеспечивают современные облачные вычисления, гораздо выше, чем надежность локальных ресурсов. Это аргументируют тем, что мало предприятий и организаций могут позволить себе содержать полноценный центр обработки данных;

быстрый старт;

простота отказа от услуги.

Облачные технологии дают возможность пользователю:

хранить файлы, пользоваться программами без необходимости иметь локальные программы, ведь работа идет через Интернет, где и хранится информация, уже готовая или созданная в облачной программе. Для хранения информации не нужно покупать дорогостоящие компьютеры и комплектующие, ведь все будет храниться в облаке;

повысить производительность компьютеров, ведь облачные технологии удаленно запускают программы, поэтому на компьютере остается много свободного места;

уменьшить проблемы с обслуживанием, ведь постоянно снижается количество физических серверов, а ПО постоянно обновляется;

уменьшить затраты на покупку ПО, поскольку нужно только раз купить его для облака, а иногда можно даже заказать его аренду;

снять ограничения в объеме хранимых данных, в большинстве случаев объемы таких сервисов исчисляются миллионами гигабайт;

автоматически обновлять ПО, поэтому следить за этим нет необходимости, как в случае со скачанными приложениями;

использовать облако на любой операционной системе, поскольку доступ к программам осуществляется через веб-браузеры;

всегда и в любом месте иметь доступ к документам при наличии Интернета;

обеспечить хорошую безопасность и защиту от потери информации, поскольку отправленные данные автоматически сохраняются, а их копии дублируются на запасные серверы.

Модель облачных вычислений состоит из внешней и внутренней частей. Эти два элемента соединены по сети через Интернет. Посредством внешней части пользователь взаимодействует с системой; внутренняя часть – это собственно само облако. Внешняя часть состоит из клиентского компьютера или сети компьютеров предприятия (организации) и приложений, используемых для доступа к облаку. Внутренняя часть предоставляет приложения, компьютеры, серверы и хранилища данных, создающие облако сервисов.

Серверы в облачной технологии работают сообща и ресурсы используются пользователями неравномерно. Для достижения равномерности создаются виртуальные серверы, которых может быть несколько на одном физическом сервере, при этом ПО и техническая часть становятся самостоятельными.

Облачный сервис включает три основные характеристики, которые отличают его от обычного сервиса: режимность «ресурсы по запросу», эластичность, независимость от элементов управления инфраструктурой.

Многие известные компании, такие как Microsoft, Google, Amazon, организовывают облачную инфраструктуру для упрощения работы пользователей, а также для уменьшения нагрузки на локальные устройства.

Microsoft тоже борется за свою долю в области облачных вычислений. Их основу составляет программный продукт Office 365. Компания делает акцент на комплексное CRM-решение, утверждая, что Microsoft Dinamics CRM включает блоки управления маркетингом, продажами, обслуживанию клиентов. То есть с помощью этой функции появляется возможность решить спектр задач управления взаимоотношениями, начиная с привлечения клиентов и заканчивая кросс-продажами.

Несмотря на все положительные отзывы существует и определенная критика в адрес облачных технологий.

Основные недостатки облачных сервисов:

обязательность доступа в Интернет; если его нет, тогда можно будет работать только с документами на своем компьютере;

конфиденциальность данных ставится под сомнение;

при использовании виртуального ПО информация автоматически попадает в руки разработчика данного программного обеспечения;

выделяется проблема интеграции данных как с внутренними корпоративными, так и с облачными сервисами других поставщиков;

эксперты указывают на проблему неконтролируемых данных: информация, оставленная пользователем, будет храниться годами без его ведома, либо он не сможет изменить какую-то ее часть;

может работать медленно при передаче большого объема информации;

не обеспечивается абсолютная безопасность информации, но в большинстве случаев облако делает резервные копии, поэтому беспокоиться не нужно;

нужно платить за предоставление ряда услуг (но ведь это бизнес-проект, на котором компании должны зарабатывать); удаление данных в случае неоплаты услуги (не на всех облачных платформах);

Несмотря на это большинство экспертов придерживаются мнения, что преимущества облачной технологии перевешивают ее недостатки.

Возможно, вы используете облачные вычисления прямо сейчас, хотя и не подозреваете об этом. Если вы пользуетесь интернет-службой для отправки электронной почты, редактирования документов, просмотра фильмов или телепередач, прослушивания музыки, игр, хранения фотографий и других файлов, вполне возможно, что все это обеспечивают облачные технологии. Сегодня огромное количество организаций используют эту технологию, и эта тенденция будет только расширяться.

Одним из ведущих поставщиков облачных решений, ИТ-инфраструктуры и хостинга в Беларуси является компания beCloud (becloud.by), которая оказывает широкий спектр услуг на базе собственных телекоммуникационных сетей и дата-центра, основываясь на лучших мировых практиках и инновационном опыте лидеров. Компания с семилетней историей (основана 19.12.2012 г.) стала первым инфраструктурным оператором страны. Клиентам beCloud предлагает только самые современные и надежные ИТ-решения, для оказания услуг использует собственные ресурсы и современное оборудование известных мировых производителей.

В Беларуси реализуется проект G-Cloud облачного сервиса для государственных структур. Он создается на мощностях beCloud при участии Huawei и Microsoft. Это не новинка в мире – подобные сервисы реализованы во многих странах, однако теперь аналогичные возможности появились для белорусских госорганов. G-Cloud уже использует Минский городской исполнительный комитет, на очереди и другие структуры. Наличие сервиса позволит выделять по запросу ровно столько мощности, сколько необходимо. Это повысит эффективность и сократит расходы организаций: нужно только оформить заявку, под которую предоставят соответствующие ресурсы. G-Cloud стал первым защищенным облачным сервисом Беларуси, он сертифицирован по стандартам требований к комплексным системам защиты информации. Глобальная цель проекта G-cloud – создание национальной облачной платформы, которая позволит Беларуси существенно снизить затраты на ИТ-сферу.

Облачные технологии значительно облегчают и существенно уменьшают для пользователей финансовые, трудовые и временные затраты на подготовку и эксплуатацию электронных информационных ресурсов, а также уменьшают затраты на использование необходимых для этого программно-технических средств.

КВАНТОВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Д. С. Могилевцев

Квантовые вычисления – это процедуры обработки информации, использующие принципиально квантовые особенности состояния носителей информации: возможность находиться в суперпозиционных и квантово коррелированных («перепутанных») состояниях. Хотя квантовые вычисления способны решать лишь тот же круг задач, что и классические вычисления, использующие классические состояния носителей информации, для определенных задач квантовые вычисления способны дать значительную выгоду за счет уменьшения количества ресурсов, требуемых для получения решения. Хотя область применения квантовых вычислений пока относительно невелика и ограничена в основном задачами перебора вариантов и моделирования динамики сложных систем, преимущество квантовых вычислений настолько существенно, что в последние годы они стали активно развивающейся областью науки, уже имеющей важные практические приложения, превращающиеся в коммерчески доступные технологические продукты. Канадская компания D-Wave Systems с 2011 г. продает вычислительные устройства, основанные на методе квантового отжига, решающие задачи дискретной оптимизации.

Основополагающей особенностью квантовых вычислений, дающих возможность выгоды, является квантовый параллелизм. Суть его заключается в том, что состояние несущей информацию квантовой системы представляется не в виде последовательности чисел, описывающих дискретные состояния индивидуальных носителей информации, но в виде суперпозиции всех возможных квантовых состояний носителей информации. Эти состояния квантово перепутанные, так что действие над одним носителем влечет за собой изменение состояние других. Квантовые вычисления осуществляются при помощи набора квантовых вентилей, производящих поворот вектора состояний в пространстве всех возможных состояний. В отличие от классического вычисления квантовое вычисление может изменять состояние одновременно всех носителей информации, если вентиль действует на небольшую группу или даже единственный носитель. В то же время общее количество возможных состояний квантовой системы – а значит, и число описывающих состояние параметров – растет экспоненциально с увеличением числа носителей.

Результат квантовых вычислений носит принципиально вероятностный характер. Но вероятность правильного ответа может быть сколь угодно приближена к единице за счет увеличения числа квантовых операций.

В качестве элементарных носителей квантовой информации сейчас наиболее распространенными являются системы с двумя квантовыми состояниями, чья суперпозиция представляет собой кубит – квантовый аналог бинарного

состояния элементарного носителя классической информации. Кубит может реализовываться, например, как состояния спина, зарядовые, токовые, фазовые состояния джозефсоновских переходов в сверхпроводящих контурах, суперпозиции состояний фотона с разными поляризациями либо суперпозиций состояний вакуума и одного фотона и т. д.

Набор квантовых вентилей, позволяющих с любой заданной наперед точностью аппроксимировать любое унитарное преобразование при использовании конечного числа операций, носит название «универсального набора». Для состоящей из носителей кубитов квантовой системы универсальный набор можно построить из операций лишь над одним кубитом и их парой. Например, универсальный набор может состоять из четырех однокубитных операций – тождественного преобразования, отрицания, фазового сдвига и преобразования Адамара – и единственной двухкубитной операции контролируемого отрицания.

Для эксплуатации выгод квантового параллелизма необходимы специфические квантовые алгоритмы. Квантовый алгоритм представляет собой описание последовательности действия квантовых вентилей, т. е. унитарных преобразований, над определенными группами носителей информации. Наиболее известными примерами квантовых алгоритмов являются алгоритм Шора для разложения целого числа на простые множители, алгоритм Гровера для решения задачи перебора, алгоритм Залки – Визнера для моделирования квантовой динамики системы частиц.

Для программирования квантовых вычислений уже созданы специфические языки программирования, такие как, например, QCL и Q Sharp. Следует отметить, что значительное внимание при разработке подобных языков уделяется тому, чтобы пользователь получил адекватное представление о работе квантовых алгоритмов.

Реализация квантовых алгоритмов на уже существующих вычислительных устройствах (например, на квантовом компьютере с 51 кубитом, представленном на Международной конференции по квантовым технологиям ICQT-2017 в Москве группой исследователей Гарвардского университета (США) и Российского квантового центра в Сколково) позволяет уже сейчас утверждать о реальности «квантового превосходства»: более эффективного решения квантовыми компьютерами задач, доступных и для классических компьютеров. Суть «квантового превосходства» можно проиллюстрировать на примере алгоритма Шора. Значимость его заключается в возможности взлома криптографических систем с открытым ключом. Наилучший гарантированно успешный детерминистический классический алгоритм позволяет факторизовать число M за количество операций порядка корня четвертой степени из M. Алгоритм Шора позволяет факторизовать целые числа за количество операций порядка логарифма из M, т. е. лишь немного медленней перемножения целых чисел. Классический компьютер со скоростью работы порядка 1015 операций в се-

кунду факторизует число с 500 знаками приблизительно за 5 млрд лет. Квантовый компьютер со скоростью работы в миллион операций в секунду способен факторизовать это число за 18 секунд.

Основным препятствием для реализации квантовых компьютеров с большим числом кубитов является декогеренция: разрушение квантовых корреляций из-за действия классического (в том числе теплового) шума. Разрушение квантовых корреляций приводит к исчезновению квантового параллелизма. Влияние шума быстро возрастает с увеличением числа кубитов, что приводит к необходимости тщательного изолирования квантового вычислительного устройства от окружающего мира и крайне низкой рабочей температуры прибора. Например, представленный в январе 2019 г. корпорацией IBM квантовый компьютер Q System One на 20 кубитах работает при температуре в 10 милликельвинов.

Для исправления вызванных декогеренцией ошибок применяются алгоритмы квантового исправления ошибок, заключающиеся в увеличении пространства состояний системы, параллельного выполнения вычислений и сравнения результатов.

Несмотря на технологические трудности развитие квантовых вычислений представляется достаточно перспективным для того, чтобы ими занимались десятки исследовательских групп по всему миру и чтобы в него инвестировали ведущие высокотехнологичные корпорации, такие как Intel, IBM, Google, Microsoft. Общий объем инвестиций в развитие квантовых вычислений на 2018 г. уже составил более миллиарда долларов.

РОБОТОТЕХНИКА

Г. А. Прокопович

Робототехника – прикладная наука, занимающаяся разработкой интеллектуальных автоматизированных технических систем и являющаяся важнейшей технической основой инновационного развития производства.

Робототехника – не самоцель, а лишь средство ее достижения, вершина автоматизации, поэтому после этапа всеобщей компьютеризации обязательно должен прийти этап роботизации. Причем в ИТ-стране робототехника будет использована практически во всех областях человеческой деятельности.

Современный робот – это перепрограммируемое электромеханическое устройство, оснащенное сенсорной и вычислительной системами. Роботов используют для облегчения или полной замены человеческого труда при рутинной и монотонной работе, при работе с тяжелыми грузами, вредными материалами, а также в других тяжелых или небезопасных для человека условиях.

Развитие робототехники

Первые современные роботы появились в тяжелой промышленности. В машино- и приборостроении они оказали человеку неоценимую услугу, заменив его в процессах рутинной и монотонной работы, а также работы с тяжелыми грузами, вредными материалами. Роботы стали особенно активно создаваться и внедряться с 1960-х гг., когда начало развиваться массовое производство товаров.

Современные роботы обладают такими способностями, как феноменальная точность и скорость, которые зачастую недоступны человеку. Как правило, в промышленности роботы используются для автоматизации сборочного производства и выполнения транспортно-погрузочных работ. Но в первую очередь роботы незаменимы при выполнении сварочных и покрасочных работ, связанных с большим риском для здоровья людей. Процесс сварки всегда сопряжен с неблагоприятными условиями для человека. К ним относятся большие значения электромагнитного и светового излучения, шум, копоть и разлетающиеся капли плавящегося металла. Но роботы способны выполнять сварку по заложенным программам ежедневно и без перерыва на обед и отдых (рис. 1).

Современные лакокрасочные покрытия, активно используемые, например, в автомобильной промышленности, разработаны на основе новейших достижений химии и обладают высокими защитными характеристиками. Однако сам процесс нанесения защитных и декоративных слоев, как правило, связан с весьма негативными последствиями для здоровья. Поэтому и тут на помощь людям приходят роботы, которые по заранее заданным траекториям распыляют жидкие лакокрасочные покрытия на поверхности изделий (рис. 2).

С конца 1980-х гг., после аварии на Чернобыльской АЭС, когда для замены людей в техногенных условиях была впервые предпринята попытка использовать роботов, начала развиваться экстремальная робототехника. Для ликвидации последствий той страшной трагедии в чрезвычайно короткие сроки советскими учеными и инженерами было разработано более 15 моделей мобиль-

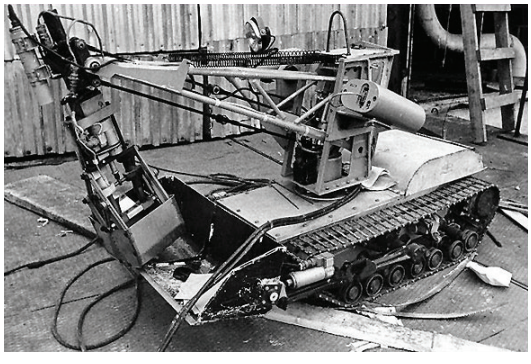
Рис. 1. Автоматическая сварка роботом-манипулятором

Рис. 2. Покрасочный робот-манипулятор

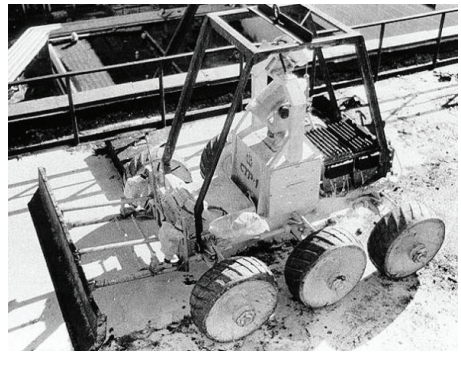
ных робототехнических аппаратов различного назначения. Одними из первых к работе по созданию специальных роботов были привлечены сотрудники Центрального научно-исследовательского института робототехники и технической кибернетики. Разработка столь сложных роботов за такое короткое время стала возможной благодаря имевшимся наработкам и опыту в военной и космической робототехнике.

Сегодня под экстремальными роботами подразумеваются специализированные мобильные автоматические устройства, которые заменяют человека во вредных и чрезвычайно опасных условиях (рис. 3). К ним относятся мобильные роботы, которые в составе пожарных бригад борются с особенно сильными очагами возгорания, когда жар пламени не позволяет подойти к нему даже на несколько десятков метров.

Экстремальные роботы также активно помогают саперным бригадам исследовать подозрительные предметы в местах скопления большого числа лю-



Мобильный робот «Мобот-Ч-ХВ»



Робот СТР-1, выполнявший работы на кровле ЧАЭС

Робот-пожарный на основе шасси мини-трактора, разработанный совместно ОИМ НАН Беларуси и БГУИР

Автоматизированный дистанционно управляемый огневой комплекс на мобильной платформе «АДУНОК-М» (конструкторское бюро «Дисплей», г. Витебск)

Рис. 3. Экстремальные роботы

дей. Как правило, в этом случае оператор полностью контролирует робота и управляет всеми его функциями, находясь на безопасном расстоянии от вероятного источника взрыва. К экстремальным роботам относятся и те, что производят строительные и монтажные работы.

Отдельного внимания заслуживает космическая робототехника, которую тоже можно отнести к экстремальной робототехнике. Космические роботы оказывают огромную помощь в освоении космического пространства и других планет. Причем из-за колоссальной разницы между земной атмосферой и физическими условиями открытого космоса и других планет выполнение некоторых задач в космосе вообще невозможно без использования роботов. К таким задачам прежде всего относится исследование и освоение дальнего космоса.

Уже прямо сейчас роботы широко используются для строительства, ремонта и обслуживания космических станций (рис. 4). Для изучения ближайших планет, как правило, применяются различные колесные планетоходы, снабженные большим количеством датчиков и сенсоров, телекамерами и устройствами для забора инопланетного грунта (рис. 5).

С начала нового тысячелетия роботы более активно стали внедряться в повседневную жизнь – начали осваивать социальную сферу и сферу обслуживания. Подобные роботы называются сервисными, им отведено выполнение таких функций, как уход за больными и пожилыми людьми, уборка мусора с улиц, обслуживание посетителей различных заведений. Информационные услуги могут оказывать роботы-гиды и так называемые промоботы (рис. 6). К этой категории можно отнести и спортивных роботов, зрелищные состязания которых можно увидеть не только по телевизору и в Интернете, но и своими глазами – их проводят в университетах и школах.

Но если сервисные роботы еще только развиваются, то домашние роботы и персональные роботы-игрушки можно приобрести уже сейчас (рис. 7). На-

Рис. 4. Космический манипулятор для ремонта и обслуживания космических станций

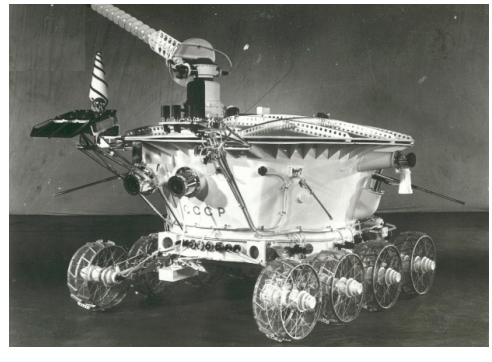


Рис. 5. Первый самоходный автоматический аппарат для исследования поверхности Луны «Луноход-1»

Рис. 6. Промобот – интерактивный робот-рекламщик

Рис. 7. Один из первых образцов персональных игровых роботов – собачка Aibo

Рис. 8. Домашний робот-пылесос

пример, популярные роботы-пылесосы умеют не только очищать и дезинфицировать поверхности, но и освежать воздух в квартире (рис. 8). Несмотря на кажущуюся простоту, данные роботы должны объезжать препятствия, ориентироваться в квартире и самостоятельно подзаряжать свои батареи.

Совершенно новым направлением являются персональные роботы, которые представляют собой мобильные платформы, способные воспроизводить и понимать человеческий голос, находить предметы и людей с помощью видеокамер, а также хранить большие объемы информации. Как правило, разра-

Рис. 9. Антропоморфный робот Nao способен видеть, слышать и говорить

ботчики таких роботов стараются наделить их своим неповторимым характером (рис. 9). Такие роботы уже используются для развлечения и досуга, а в дальнейшем найдут применение и в сфере образования.

Как можно заметить, в последнее время роботы не только стали более сложными, но и приобрели совершенно новые функции, благодаря которым из заводских цехов они пришли в наши дома. Большинство специалистов сходятся во мнении, что сейчас мы являемся свидетелями второго бума робототехники. Это стало возможным благодаря развитию микроэлектроники и информатики, миниатюризации механизмов, развитию технологий искусственного интеллекта.

Три поколения роботов

В зависимости от того, насколько сложную физическую и умственную работу требовалось поручить роботам, последовательно появилось три поколения роботов. Каждое новое поколение отличается от предыдущего назначением и степенью сложности системы управления.

Первое поколение – это роботы с цикловым (программным) управлением (рис. 10), предназначенные для выполнения определенной, жестко запрограммированной последовательности технологических операций. Управление такими роботами осуществляется по заранее заданной программе, а значит, при строго определенных и неизменяемых условиях эксплуатации. Простота формирования и возможность изменения программы управления цикловыми роботами сделала их достаточно универсальными и гибко перестраиваемыми. Как правило, цикловых роботов используют для обслуживания штамповочных прессов, а также для автоматизации других технологических процессов, где необходимо осуществить взятие, перенос и установку детали на технологическом оборудовании.

Рис. 10. Промышленный робот РФ-202М, широко используемый в штамповочных цехах МАЗ и МТЗ. Учебный класс кафедры робототехнических систем ФИТР БНТУ

Второе поколение – это адаптивные (очувствленные) роботы, которые предназначены для работы с неориентированными объектами произвольной формы и по сложной пространственной траектории. Подобные роботы используются для выполнения сборочных и монтажных операций, покраски изделий и контурной сварки сложных деталей. Они отличаются от роботов первого поколения существенно большим набором и совершенством внешних и внутренних сенсоров, а также более сложной системой управления. Неотъемлемой частью роботов второго поколения является их алгоритмическое и программное обеспечение, предназначенное для обработки сенсорной информации и выработки соответствующих управляющих воздействий.

В 1980-х гг. компания Nokia совместно с минским Научно-производственным объединением «Гранат» разрабатывали и выпускали промышленный роботизированный комплекс, который был востребован и поставлялся в различные страны. Комплекс состоял из промышленного манипулятора РМ-01 на базе системы управления «СФЕРА-36» (рис. 11), благодаря которой манипулятор мог выполнять движения по сложным пространственным траекториям. На базе этого комплекса строили огромное количество обрабатывающих агрегатов по всему бывшему СССР.

Как и раньше, сегодня адаптивные роботы работают на сварочных и покрасочных участках, а также при погрузке и разгрузке достаточно габаритных и тяжелых предметов (рис. 12). Но со временем появляются и новые сферы их применения. Теперь адаптивные роботы-манипуляторы способны помогать человеку с невероятно высокой точностью выполнять сложнейшие хирургические операции (рис. 13).

Рис. 11. Робот-манипулятор РМ-01 и стойка системы управления «СФЕРА-36»

Рис. 12. Промышленный робот-погрузчик

Рис. 13. Робот-ассистент Da Vinci для проведения хирургических операций

Третье поколение – это так называемые интеллектуальные роботы, которые предназначены не только и не столько для воспроизведения физических или двигательных функций человека, сколько для автоматизации его интеллектуальной деятельности, т. е. для решения интеллектуальных задач (рис. 14). Они принципиально отличаются от роботов первого и второго поколений сложностью функций и совершенством управляющей системы, включающей в себя элементы искусственного интеллекта. Если для выполнения технологических операций роботам предыдущих поколений требуется полное и точное описание внешней среды и рабочего процесса, то благодаря наличию базы знаний интеллектуальные роботы зачастую «додумывают» и самостоятельно восполняют недостающую для выполнения задач информацию.

Одним из возможных примеров интеллектуальной робототехники могут служить «коллаборативные» роботы. Как правило, для безопасности человека рабочую зону типовых промышленных роботов ограждают специальными сетками и заградительными устройствами. Однако прогресс требует более плотной работы человека и роботов. Поэтому новый тип роботов, предназна-

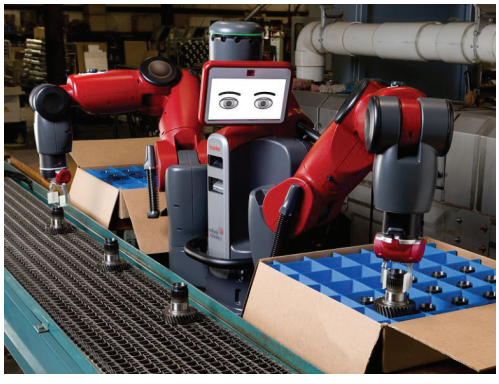


Рис. 14. Baxter – интеллектуальный промышленный робот

Рис. 15. Коллаборативный робот-манипулятор Pulse фирмы Rozum Robotics

ченных для непосредственной работы в человеческой среде и обладающих новыми свойствами, стали называть коллаборативными. Уже сейчас сенсорные системы подобных роботов оснащаются элементами искусственного интеллекта, что позволяет им самостоятельно проектировать свою траекторию движения с учетом внешней обстановки и мгновенно останавливаться даже при малейшей вероятности столкновения с человеком. Сегодня в Беларуси разрабатывается и производится свой собственный коллаборативный робот Pulse 1 фирмы Rozum Robotics (рис. 15).

Однако не следует думать, что интеллектуальные роботы должны заменить всех своих предшественников. На данный момент элементы интеллектуальных роботов еще только активно разрабатываются в различных лабораториях мира. Они стоят очень дорого и, как правило, существуют в единичных экземплярах. Не отстают в этом направлении и в Беларуси. Над созданием систем управления интеллектуальных роботов трудятся в Объединенном институте проблем информатики НАН Беларуси; на факультетах прикладной математики и информатики, а также радиофизики и компьютерных технологий Белорусского государственного университета; на кафедрах интеллектуальных информационных технологий в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники и Брестском государственном техническом университете и др. Разработкой мехатронных узлов занимаются в Объединенном институте машиностроения НАН Беларуси, а также в Белорусском национальном техническом университете на машиностроительном и приборостроительном факультетах и на факультете информационных технологий и робототехники.

Как правило, для автоматизации большинства технологических операций на заводах достаточно цикловых и адаптивных роботов, которые значительно дешевле и проще в ремонте и обслуживании, чем интеллектуальные. Поэтому различные поколения роботов еще долгое время будут мирно существовать и работать до тех пор, пока, возможно, их не заменят более универсальные роботы либо не изменятся технологии на самом производстве.

Робототехника и образование

Робототехника возникла на основе механики, электроники и информатики, однако впоследствии сама породила новые направления для развития этих наук. Сейчас робототехника тесно связана с такими новыми областями, как мехатроника, микроэлектроника, бионика, искусственный интеллект, распознавание образов, искусственные нейронные сети и др. (рис. 16, 17).

Если от первых роботов, используемых в промышленности, медицине и социальной сфере, в основном требовалось выполнение только транспортных и манипуляционных функций, то от современных роботов ожидают более интеллектуального поведения.

Для функционирования транспортных роботов внутри автоматических складов или движения роботов-гидов по многолюдным общественным местам требуется использование интеллектуальных систем технического зрения

Рис. 16. Предметная область робототехники

Рис. 17. Сферы применения робототехники

(рис. 18, 19). Домашним и персональным роботам, а также роботам, ухаживающим за больными, в обязательном порядке требуется наличие систем распознавания и синтеза речи.

Рис. 18. Прототип транспортного мобильного робота

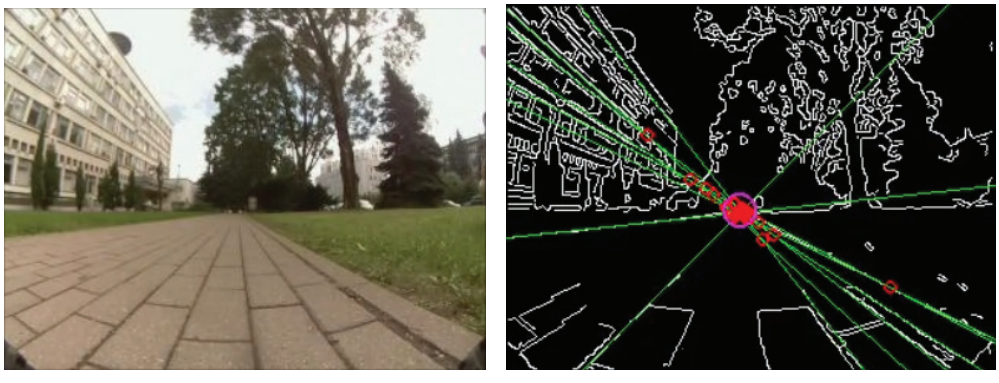


Рис. 19. Пример работы алгоритма пространственной ориентации сервисного мобильного робота, который для движения ищет точку линейной перспективы (ОИПИ НАН Беларуси)

Данные технологии помогают человеку общаться с роботами привычными способами, что не требует от него специализированных знаний и предварительной подготовки. Для создания высокоэффективных экстремальных роботов-спасателей и роботов-исследователей, а также эргономичных сервисных роботов требуются совершенно новые типы материалов, сенсоров и элементов питания.

Таким образом, на данный момент ни одно из современных научно-технических направлений не является таким комплексным и мультидисциплинарным, как робототехника. Для проектирования и внедрения роботов требуются специалисты совершенно разных направлений.

Беларусь всегда славилась своими инженерами и учеными, и отрасль робототехники не исключение. Ведущие вузы страны ежегодно выпускают спе-

циалистов, которые в той или иной степени связаны с робототехникой. Но именно в Белорусском национальном техническом университете на факультете информационных технологий и робототехники с 1983 г. готовят специалистов по промышленным роботами и робототехническим комплексам (рис. 20).

Рис. 20. Современный класс по изучению промышленной робототехники, кафедра робототехнических систем ФИТР БНТУ

В последнее время робототехника становится объектом пристального внимания системы образования. И неспроста. Как было сказано ранее, фундаментом робототехники являются такие основополагающие современные науки, как механика, электроника и информатика. А для создания эффективных образцов робототехнических аппаратов разработчики постоянно обращаются к биологии, физики, химии, материаловедению и т. д. В связи с этим робототехника становится идеальным объектом мультидисциплинарного научного подхода. Видимо, поэтому робототехника сегодня внедряется даже в школьную программу. Этому есть два объяснения. Во-первых, на основе типовых практических задач робототехники удобно продемонстрировать связь между различными дисциплинами. Например, для создания и программирования прототипа транспортного робота школьникам требуется собрать колесную тележку, оснастить ее сенсорной и вычислительной системами. Вспомнить формулы длины окружности и тригонометрические зависимости из математики, формулы скорости и ускорения, сил покоя и трения, законы Ньютона, понятия пути и расстояния из физики. Также опытный преподаватель может рассказать учащимся об истории развития гужевого транспорта и различных способах перемещения грузов в зависимости от географических и исторических особенностей.

Во-вторых, ожидается, что наше будущее общество будет сильно роботизировано. Другими словами, роботы будут использоваться практически во всех сферах деятельности человека, мы будем жить при непосредственном контакте с большим количеством всевозможных типов роботов. Чтобы в будущем человек сам не стал заложником роботизированного рая, как в известном мультфильме «ВАЛЛ-И», требуется уже сейчас формировать философию взаимовыгодного существования человека и роботов. Для этого надо уже со школьной скамьи знакомить учащихся с лучшими достижениями информационных технологий и робототехники и вырабатывать привычку не потребительского, а, скорее, партнерского отношения к роботам.

ИНФОРМАТИКА

Информатика (фр. *Informatique*; англ. *Computer science*) – наука о методах и процессах сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и оценки информации с использованием компьютерных технологий, обеспечивающих возможность ее использования для принятия решений.

Информатика – научная дисциплина, изучающая компьютеры и вычисления, в том числе теорию вычислений и алгоритмы, структуры данных и управление базами данных, аппаратное и программное обеспечение компьютеров, компьютерное и сетевое проектирование, моделирование данных и информационных процессов, а также искусственный интеллект. Информатика опирается на математику и технику и включает методы из теории массового обслуживания, проверки гипотез, вероятности и статистики, а также проектирования электронных схем. Информатика принадлежит семейству пяти взаимосвязанных компьютерных дисциплин: компьютерное проектирование, информатика, информационные системы, информационные технологии и проектирование программного обеспечения.

В разные периоды развития информатики в СССР и России в понятие «информатика» вкладывался различный смысл. Информатика – это:

1. *Теория научно-информационной деятельности.* В рамках библиотечного и информационного дела под термином «научно-информационная деятельность» понималась «практическая работа по сбору, аналитико-синтетической переработке (библиографическому описание, систематизация, индексирование ключевыми словами, аннотирование, реферирование), хранение, поиск и предоставление ученым и специалистам закрепленной в документах научной информации». В 1952 г. в Москве был создан Институт научной информации Академии наук (переименованный позднее в ВИНИТИ). В «Большой советской энциклопедии» фиксируется значение информатики как дисциплины, изучающей «структуру и общие свойства научной информации, а также закономерности ее создания, преобразования, передачи и использования в различных сферах человеческой деятельности».

2. *Наука о вычислительных машинах и их применении* (вычислительная техника и программирование). В данном случае термин «информатика» определяет науку, занимающуюся разработкой теории программирования и применения ЭВМ, соответствует английскому термину computer science (вычислительная наука).

3. *Фундаментальная наука об информационных процессах в природе, обществе и технических системах.* В этом случае термином «информатика» определяют науку «о свойствах, законах, методах и средствах формирования, преобразования и распространения информации в природе и обществе, в том числе при помощи технических систем». Предметная область информатики включает такие разделы: 1) теоретическая информатика; 2) техническая информатика; 3) социальная информатика; 4) биологическая информатика»; 5) физическая информатика; 6) экономическая информатика и др.

Информатика служит помощником другим наукам и вместе с математикой снабжает их методами исследований и обработки информации.

Таким образом, современную информатику составляют следующие направления:

1) разработка методов и алгоритмов автоматизированного сбора, хранения, поиска и передачи информации;

2) разработка методов и алгоритмов обработки и преобразования информации;

3) разработка технологии и электронно-вычислительной техники, позволяющих развивать два первых направления.

АЛГОРИТМЫ

О. И. Мельников, Я. М. Шафранский

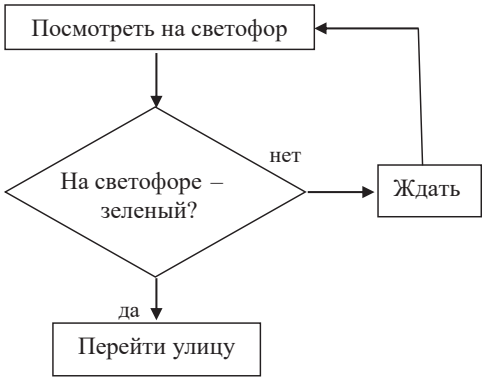
Всю свою жизнь человечество решает различные задачи, не только научные и технические, но и повседневные, бытовые. Одни из них очень простые, для решения других следует применить смекалку и находчивость, некоторые из них не поддаются решению веками, существуют задачи, для которых доказано, что их решить невозможно, есть и такие, которые не решены до сего дня, и никто не знает, будут ли они решены когда-нибудь.

Говоря о задаче, следует различать собственно задачу и примеры этой задачи. Формулировка любой задачи содержит ряд параметров, каждый из которых может принимать различные значения, а пример получается из общей формулировки задачи путем замены каждого параметра некоторым его конкретным значением. В средней школе ученики часто решают не задачи, а их примеры: дан треугольник со сторонами 10, 15 и 20, необходимо найти величину высоты треугольника, опущенной на сторону длины 20. В общей постановке соответствующая задача выглядит следующим образом: дан треугольник со сторонами a, b и c, необходимо найти величину высоты, опущенной на сторону длины c. Здесь a, b и c – параметры задачи, а ее примеры будут получаться при замене a, b и c такими положительными числами, что сумма любых двух из них больше третьего.

Решить задачу означает найти такой единый способ, который позволит решать любой пример этой задачи. Такой способ называют алгоритмом решения задачи.

Алгоритм – конечная последовательность точно сформулированных действий, формальное исполнение которых позволяет за конечное время получать из исходных данных результат, однозначно определяемый этими данными. Термин «алгоритм» происходит от имени ученого аль-Хорезми, жившего в VIII–IX вв. н. э. в Средней Азии.

Основные свойства алгоритма: дискретность – деление выполняемых действий на элементарные шаги; детерминированность – получение при одинаковых исходных данных одного и того же результата на каждом шаге алгоритма; массовость – возможность выбора исходных данных из некоторого широкого класса (обычно бесконечного); конечность – получение результата за конечное число элементарных шагов.



Блок-схема алгоритма перехода улицы на регулируемом переходе

Среди способов задания алгоритма можно выделить его описание на некотором естественном языке (русском, белорусском, английском и т. д.), на некотором формальном (алгоритмическом) языке (Алгол, Паскаль, Си), с помощью так называемой блок-схемы.

Основная область применения алгоритмов – точные науки, прежде всего математика. Тем не менее с алгоритмами человек имеет дело довольно часто, нередко бессознательно повторяя один и тот же набор действий. Водитель вставляет ключ в замок зажигания, заводит машину, включает передачу, начинает движение. Кассир в магазине подносит выбранный покупателем товар к устройству, считывающему штрих-код, берет следующий товар, подносит его к устройству и так далее, пока не переберет все отобранные покупателем товары, получает оплату и переключается на следующего покупателя. Кулинарные книги – это фактически сборники описаний алгоритмов приготовления различных блюд. На рисунке приведена блок-схема алгоритма перехода улицы на регулируемом переходе.

В качестве примера математического алгоритма рассмотрим алгоритм Евклида отыскания наибольшего общего делителя (НОД) двух положительных целых чисел a_1 и a_2 ($a_1 > a_2$). Разделим a_1 на a_2. Если остаток a_3 от деления a_1 на a_2 равен 0, то число a_2 – НОД. В противном случае разделим a_2 на a_3. Если новый остаток a_4 равен 0, то a_3 – НОД. В противном случае разделим a_3 на a_4 и т. д. Последний отличный от нуля остаток от деления и будет НОД.

Обычно математические алгоритмы используются для решения задач с помощью компьютера. Для этого алгоритм записывается в виде программы на одном из языков программирования. На упрощенной версии языка Алгол алгоритм Евклида можно представить следующим образом. Обозначим через *rem* (*a*/*b*) остаток от деления целого числа a на целое число *b*.

procedure НОД (a_1, a_2)
$k = 2$
while $a_k \neq 0$ **do**
$k = k + 1$
$a_k = rem\ (a_{k-2}/a_{k-1})$
end
return a_{k-1}

Проиллюстрируем основные свойства алгоритма на примере алгоритма Евклида. Дискретность заключается в выполнении отдельных шагов, на каждом из которых осуществляется деление чисел с остатком и сравнение остатка с нулем. Детермированность алгоритма – в том, что сколько бы он ни выполнялся для конкретной пары чисел, каждый раз будет сделано одно и то же число шагов, и на каждом шаге будет выполняться деление одних и тех же чисел. Массовость определяется возможностью получения НОД для любой пары положительных целых чисел. Конечность алгоритма обеспечивается тем, что последовательность целых чисел a_1, a_2, a_3, … является строго убывающей.

Не для любой математической задачи можно построить алгоритм решения. Существуют задачи, для которых установлена их алгоритмическая неразрешимость, т. е. доказано, что не существует алгоритма, который давал бы решение задачи для любого набора ее исходных данных. При построении таких доказательств используются те или иные формализации понятия алгоритма: машина Тьюринга, нормальный алгорифм Маркова и т. п.

В зависимости от характера решаемых задач выделяют вычислительные алгоритмы, алгоритмы построения, алгоритмы распознавания, перечислительные алгоритмы.

Вычислительные алгоритмы должны давать численное решение заданной задачи, например, определять площадь плоской фигуры, ограниченной ломаной линией.

Алгоритмы построения должны строить объект, удовлетворяющий заданным условиям, например, строить треугольник по заданным длинам его сторон.

Возможны алгоритмы, которые одновременно решают несколько задач и являются и вычислительными, и алгоритмами построения, например, алгоритм, который строит кратчайший путь между двумя городами и определяет его длину.

Алгоритмы распознавания предназначены для решения задач, в которых следует ответить на вопрос, обладает ли рассматриваемый объект определенными свойствами, например, является ли заданное число простым.

Перечислительные алгоритмы перечисляют все элементы заданного множества, например, все перестановки элементов некоторого конечного множества. Областью применимости такого алгоритма является множество натуральных чисел, а областью значений – множество перечисляемых элементов (каждому натуральному числу такой алгоритм сопоставляет некоторый элемент перечисляемого множества). Следует иметь в виду, что не любое множество является перечислимым. Например, не существует алгоритма, перечисляющего все действительные числа (даже если ограничиться действительными числами из конечного отрезка $[a, b]$, $a < b$).

Говоря об алгоритмах вычислительных и построения, различают алгоритмы точные, приближенные и эвристические – в зависимости от того, является

ли получаемый в результате работы алгоритма объект точным решением задачи (точные алгоритмы) или нет. В последнем случае получаемый объект должен удовлетворять ограничениям, налагаемым условиями задачи (такой объект называется допустимым). Результат работы приближенного алгоритма – допустимые объекты, степень отличия которых от точного решения может быть вычислена заранее. Эвристические алгоритмы основаны на разумных соображениях, благодаря которым можно предположить, что полученное решение будет неплохим (не будет, как правило, отличаться от точного решения слишком сильно). Степень отличия обычно оценивают относительной или абсолютной погрешностью получаемого решения.

Во многих оптимизационных задачах (где требуется отыскать или построить объект, доставляющий минимум или максимум заданной функции, которую называют целевой) число возможных вариантов выбора является конечным. Решить такую задачу можно, перебрав все возможные варианты и взяв тот из них, которому соответствует минимальное (или максимальное) значение целевой функции. Такой подход, однако, годится лишь тогда, когда число возможных вариантов сравнительно невелико. Рассмотрим, например, известную задачу о коммивояжере, который должен за минимальное время объехать заданное множество городов, посетив каждый из них ровно один раз, и вернуться в исходную точку. Количество различных допустимых вариантов посещения n городов равно $(n - 1)!$ (число всевозможных перестановок $n - 1$ различных элементов). При $n = 10$ имеем $9! = 362\ 880$. Используя современную ЭВМ, можно быстро перебрать все 9! возможных маршрутов коммивояжера. Ситуация меняется принципиальным образом, если вместо десяти имеется 30 городов. В этом случае $29! > 10^{30}$, и при наличии ЭВМ с быстродействием, позволяющим просматривать 10^{20} маршрутов в секунду (что совершенно нереально даже для самой мощной современной вычислительной техники), на анализ всех маршрутов было бы затрачено более 300 лет. Поэтому для задач такого рода разрабатываются специальные алгоритмы (точные, если это возможно, либо приближенные и эвристики), позволяющие получать решение за приемлемое время.

Аналогичная ситуация имеет место для задач распознавания. В качестве примера рассмотрим задачу о разбиении. Задано множество N из n элементов, каждому из которых сопоставлен «вес» – целое положительное число, причем сумма весов всех элементов – четное число. Нужно определить, существует ли такое разбиение исходного множества на два подмножества N_1 и N_2, что суммарный вес обоих подмножеств – один и тот же. Судя по формулировке задачи, мы должны лишь дать ответ «да» или «нет». В задаче о разбиении ответ зависит от того, существует разбиение на подмножества равного веса или нет. Однако, решая задачу распознавания, нельзя просто ограничиться ответом «да» или «нет». Нужно представить доказательство того, что ответ – правильный. Чаще всего в качестве такого доказательства для ответа «да» слу-

жит объект (так называемый сертификат), имея который, можно сравнительно легко проверить справедливость ответа. В нашем примере таким сертификатом может служить подмножество N_1 исходного множества: если суммарный вес элементов N_1 равен половине веса исходного множества, то ответ «да» – правильный (ясно, что в этом случае вес множества $N_2 = N/N_1$ также равен половине веса исходного множества). Число возможных разбиений множества из n элементов на два непустых подмножества хоть и меньше числа различных маршрутов коммивояжера, но тоже достаточно велико: $2^{n-1} - 1$. Поэтому для решения примеров задачи о разбиении при больших значениях n необходимо иметь специальные алгоритмы.

Важными характеристиками математических алгоритмов являются время работы алгоритма и объем компьютерной памяти, используемой для хранения исходных данных и промежуточных результатов. Под временем работы понимается число элементарных операций (арифметические операции, сравнение двух чисел, считывание или запись числа по заданному адресу и т. п.), выполняемых алгоритмом до получения результата.

Принято считать алгоритм эффективным, если время его работы ограничено некоторым полиномом от объема исходных данных (например, от числа n в задаче о коммивояжере или в задаче о разбиении).

Наиболее распространены два подхода к оценке времени работы алгоритма: оценка в худшем случае и оценка в среднем. Первая оценка дает время работы алгоритма в наихудшем возможном случае. При построении оценки в среднем рассматриваются все возможные случаи и вычисляется среднее время работы. На практике чаще всего пользуются первой оценкой, поскольку ее проще вычислить.

Примером полиномиальной эвристики является алгоритм для задачи о коммивояжере, основанный на принципе «иди в ближайший». Находясь в городе A, коммивояжер должен найти в своем списке такой город B, который он еще не посещал и расстояние $r(A, B)$ до которого минимально относительно всех еще не посещенных городов. Переместившись из A в B, коммивояжер должен отыскать не посещенный город D с минимальным расстоянием $r(B, D)$ и т. д. Время работы алгоритма ограничено величиной Cn^2, где C – некоторая константа.

Известно несколько тысяч задач распознавания, ни для одной из которых, несмотря на многолетние усилия целой армии исследователей, не удается построить эффективный (имеющий полиномиальное время работы) алгоритм решения. Более того, все эти (так называемые *NP*-полные) задачи довольно тесно взаимосвязаны: если эффективный алгоритм существует хотя бы для одной из них, то все остальные *NP*-полные задачи также полиномиально разрешимы. Для еще большего количества оптимизационных задач имеет место похожая ситуация: если хотя бы для одной из так называемых *NP*-трудных задач удастся построить точный полиномиальный алгоритм решения, то каждая из *NP*-полных задач окажется полиномиально разрешимой.

Для многих *NP*-трудных оптимизационных задач картина еще сложнее: они являются полиномиально не аппроксимируемыми, т. е. для них существование полиномиального приближенного алгоритма, имеющего какую-нибудь гарантированную оценку точности, означало бы полиномиальную разрешимость всех *NP*-полных задач. Задача о коммивояжере – пример и *NP*-трудной, и полиномиально не аппроксимируемой задачи.

Основной проблемой в теории алгоритмов в настоящее время является вопрос о равенстве классов *P* (задач распознавания, для решения которых существуют полиномиальные алгоритмы) и *NP* (задач распознавания, для которых проверка того, что предлагаемый сертификат действительно подтверждает ответ «да», может быть выполнена за полиномиальное время). Нетрудно заметить, что класс *P* входит в класс *NP*, а вот относительно принадлежности *NP* классу *P* не удается ни доказать, что *NP* шире класса *P*, ни опровергнуть это утверждение. Большинство ученых в настоящее время придерживаются гипотезы о несовпадении классов *P* и *NP*. Теория *NP*-полноты появилась относительно недавно – в начале 1970-х гг., но многочисленные попытки построить полиномиальные алгоритмы для многих задач, которые, как оказалось, являются *NP*-полными, предпринимались еще с середины 1950-х гг. Построить такой алгоритм очень трудно, но доказать, что он не существует (т. е. что $P \neq NP$) еще труднее. Неслучайно проблема подтверждения (или опровержения) гипотезы о несовпадении классов *P* и *NP* попала в список из семи так называемых проблем тысячелетия, сформированный авторитетным Институтом Клея (одну из этих проблем уже удалось решить).

С середины XX в. развивается такое направление, как рандомизированные (вероятностные) алгоритмы, использующие случайный выбор при выполнении некоторых своих шагов. В разных алгоритмах обращение к случайному выбору организовано по-разному. Чаще всего либо на вход рандомизированного алгоритма наряду с исходными данными решаемой задачи подается последовательность случайных (псевдослучайных) чисел, влияющая на результат работы алгоритма, либо такая последовательность генерируется в ходе работы алгоритма. Если с одними и теми же исходными данными задачи на вход алгоритм подается одна и та же последовательность, то алгоритм каждый раз выдает один и тот же «ответ». Для рандомизированного алгоритма типичной является ситуация, в которой одни и те же исходные данные задачи сопровождаются при разных запусках алгоритма разными последовательностями случайных чисел. В таком случае и результаты работы алгоритма при разных его запусках могут различаться. Рандомизированные алгоритмы часто используются при построении приближенных решений тех задач, для которых не удается сформировать приемлемых (по времени работы или объему используемой памяти) алгоритмов точного решения. При решении задач распознавания рандомизированные алгоритмы гарантируют получение правильного ответа с некоторой вероятностью. Алгоритмы устроены таким образом,

что за счет выбора значений некоторых управляемых параметров позволяют получать правильный ответ с вероятностью, сколь угодно близкой к единице.

Существенным аспектом при работе с трудными задачами представляется выявление специальных дополнительных условий, при выполнении которых задача полиномиально разрешима или полиномиально аппроксимируема, и разработка соответствующих алгоритмов. Например, для случая, когда исходные данные задачи о коммивояжере удовлетворяют так называемому неравенству треугольника (для любой тройки A, B, D городов выполняется соотношение $r(A, B) + r(B, D) \geq r(A, D)$), известен полиномиальный приближенный алгоритм, гарантирующий построение маршрута, длина которого превосходит длину оптимального маршрута не более чем в полтора раза. При этом реальное отношение длин указанных маршрутов обычно заметно меньше 3/2.

Важное место среди приближенных алгоритмов занимают ε-приближенные алгоритмы. Эти алгоритмы для любого заданного числа $\varepsilon > 0$ строят решение, относительная погрешность которого не превосходит ε. Время работы такого алгоритма зависит не только от объема исходных данных задачи, но и от ε: это время растет при уменьшении ε. Для задачи о разбиении построен ε-приближенный алгоритм решения, время работы которого линейно зависит от n и от $1/\varepsilon$. Алгоритм строит подмножество исходного множества, вес которого отличается от половины веса всего множества не более чем в $(1 + \varepsilon)$ раз.

При разработке алгоритмов и их программной реализации входная информация должна быть организована специальным образом так, чтобы обеспечить эффективный доступ к данным и их модификацию, что позволит в итоге повысить быстродействие алгоритма.

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ. ПРОИЗВОДСТВО ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА И УСЛУГ

В. И. Романов

Рассматривая вопрос о производстве программного продукта и услуг, прежде всего следует определить эти основные понятия – программный продукт и услуга.

Программный продукт. Под программным продуктом понимается программное обеспечение (ПО) как результат человеческой деятельности, выставленный на рынке массового покупателя в качестве товара и имеющий не-

нулевую потребительную стоимость. Практически это означает совокупность исполняемой программы и требуемой для ее управления эксплуатационной документации.

Существует две категории программных продуктов – тиражный программный продукт и ПО проекта. Тиражный программный продукт (коробочный) производится для того, чтобы его могли использовать во многих местах различные пользователи. Поэтому у него нет заказчиков, а решение о начале разработки принимается исходя из предполагаемого рыночного спроса. Текстовые процессоры, электронные таблицы, системы управления базами данных, электронные словари, корректоры орфографии, русификаторы, переводчики, программы оптического распознавания символов – всё это примеры тиражных программных продуктов. Во всем мире их используют миллионы людей.

ПО проекта создается для одного, редко – для нескольких пользователей или разрабатывается как часть технологии, которая может быть продана с целью использования в качестве составной части аппаратно-программного комплекса. Такое программное обеспечение часто называют заказным.

ИТ-услуги. Под ИТ-услугой можно понимать решение любых задач, основанное на использовании современных информационных технологий и компьютерной техники.

ИТ-услуги охватывают операции, связанные с поддержкой компьютерного оборудования, обработкой данных и информационных сообщений. Условно их можно классифицировать следующим образом.

1. Технические услуги:
абонентское обслуживание компьютерного оборудования;
сервисное обслуживание локальных сетей;
настройка и мониторинг работы физических и виртуальных серверов;
сопровождение и мониторинг серверного оборудования;
выбор и закупка оборудования;
установка и подключение периферийных устройств;
ремонт оборудования;
работы по модернизации ИТ-структуры;
техническая поддержка и консультирование пользователей.
2. Организационные услуги:
выбор и поставка лицензионного оборудования и ПО;
консультирование пользователей по используемому ПО;
взаимодействие с провайдерами требуемых услуг;
сопровождение процесса ремонта аппаратуры;
обучение пользователей.
3. Обслуживание компьютеров:
инсталляция и настройка операционных систем (ОС) и приложений;
оптимизация работы ОС, драйверов, программ под задачи клиента;
обновление конфигураций ПО и ОС;

поддержка работ, связанных с обслуживанием баз данных;

антивирусная защита;

контроль над поставкой и установкой лицензионного программного обеспечения;

поддержание сетевых коммуникаций (подключение ПК и серверов к Интернету и ЛВС);

защита данных, т. е. проведение регулярного резервного копирования информации с быстрым ее восстановлением в случае потери;

различного рода профилактические работы.

Технология разработки ПО. В настоящее время производство программных продуктов поставлено на индустриальную основу. Это значит, что существует определенная технология выполнения работ по созданию программного обеспечения. Базовая концепция такой технологии определена на основании использования понятия жизненного цикла программного изделия.

Жизненный цикл программного изделия охватывает период времени от начала его разработки до завершения эксплуатации.

Существует общее соглашение о выделении четырех обобщенных фаз жизненного цикла – концепция, анализ, выполнение и закрытие.

В настоящее время используется несколько разных моделей представления жизненного цикла ПО. Простейшая модель – это так называемая *каскадная модель*. Именно она является исторически первой среди всех прочих моделей, описывающих процесс разработки ПО. В настоящее время такая модель может быть использована только для очень ограниченной по размерам и функциональным возможностям программы.

Каскадная модель рассматривает процесс разработки как последовательное выполнение следующих этапов: анализ требований, проектирование, реализация (кодирование), тестирование, сопровождение. При использовании каскадной модели предполагается, что возврата к пройденным этапам в процессе разработки уже не будет – именно этот факт делает данную модель ограниченной в применении. Более развитые модели – это итеративная, инкрементальная (гибридная) и спиральная модели. Для них характерно многократное возвращении к ранее выполненным этапам с целью усовершенствования найденных решений по разрабатываемому продукту.

Какие цели преследуются в процессе разработки программных продуктов? Самое главное – создать качественный продукт, но при этом уложиться в выделенный бюджет в запланированные для разработки сроки.

В свою очередь качественный программный продукт должен:

предоставлять требуемую функциональность (делать то, что надо);

быть удобным в сопровождении (его просто модернизировать);

быть надежным (программа никогда не «ломается»);

быть эффективным (программа быстро выполняется);

быть удобным в использовании (программой легко управлять).

Часто науку о том, как правильно делать ПО, называют «программной инженерией». В 2004 г. IEEE и ACM (Association of Computer Machinery) выпустило описание, называемое далее «SWEBOK: Guide to the Software Engineering Body of Knowledge», представляющее собой «свод знаний» по программной инженерии. SWEBOK описывает 10 областей знаний: определение требований к программному продукту, проектирование, конструирование, тестирование, сопровождение, конфигурационное управление, управление в программной инженерии, организация процессов программной инженерии, инструменты и методы, качество программного обеспечения.

В соответствии с этим документом процесс производства программных продуктов начинается с выявления требований, предъявляемых к разрабатываемому продукту и формулировке задачи по разработке ПО. Обычно это требует изучения ситуации в проблемной области решения задачи, анализа существующих моделей и методов решения, потребностей и предварительных оценок производительности.

Обычной является ситуация, когда разработчики ПО недостаточно владеют знаниями из рассматриваемой проблемной области. В этом случае рекомендуется применять специальные техники извлечения требований:

Интервьюирование – традиционный подход извлечения требований; информация должна быть проанализирована и трансформирована в требования, таким образом, информация от пользователя является «входом» в процессы сбора требований, а сами требования – «выходом» этих процессов.

Сценарии – контекст для сбора пользовательских требований, определяющий ответы на вопросы «что если» и «как это делается» в отношении бизнес-процессов, реализуемых пользователями.

Прототипы – отличный инструмент для уточнения и (или) детализации требований; существуют разные подходы к прототипированию – от «бумажных» моделей до пилотных подсистем; часто прототипы постепенно трансформируются в результаты проекта и используются для проверки и утверждения требований.

«Разъясняющие встречи» – термин, пришедший из общей практики менеджмента и базирующийся на идеях сотрудничества заинтересованных лиц для совместного анализа путей решения проблем, определения и предупреждения рисков и т. п.

Наблюдение – подразумевает непосредственное присутствие аналитиков и инженеров рядом с пользователем в процессе выполнения последним его будничных работ.

Второй этап производства ПО – проектирование, опирается на спецификацию задачи, сформулированную при выяснении требований, а в качестве результата имеет архитектуру разрабатываемого программного обеспечения. Термины архитектура и дизайн могут использоваться взаимозаменяемым образом. Программный дизайн (как результат деятельности по проектированию)

должен описывать архитектуру ПО, т. е. представлять декомпозицию программной системы в виде организованной структуры компонент и интерфейсов между ними. Важнейшей характеристикой готовности дизайна служит тот уровень детализации компонентов, который позволяет заняться их конструированием.

Одним из самых существенных вопросов при проектировании является вопрос о нотациях проектирования: в каком виде должен быть представлен разрабатываемый проект? Существуют различные виды нотаций, но на сегодняшний день наибольшей популярностью пользуются визуальные графические нотации на языке UML [1].

После разработки программного дизайна необходимо провести кодирование разрабатываемого ПО. Собственно процесс конструирования программы опирается на ряд практических соображений, таких как:

использование проектирования, но на более детальном уровне;

использование языков конструирования (программирования) и техник, подобных визуальному программированию;

активное применение при кодировании следующих соображений и техник:

1) создание легко понимаемого исходного кода на основе использования соглашений об именовании, форматирования и структурирования кода;

2) использование классов, перечисляемых типов, переменных, именованных констант и других выразительных сущностей;

3) организация исходного текста (в выражения, шаблоны, классы, пакеты/модули и другие структуры);

4) использование структур управления;

5) обработка ошибочных условий и исключительных ситуаций;

6) предотвращение возможных брешей в безопасности (например, переполнение буфера или выход за пределы индекса в массиве) и др.

Как бы качественно ни была написана программа, прежде чем она станет программным продуктом, способным продаваться на рынке, необходимо пройти этап ее отладки и тестирования. Здесь необходимо отметить, что фактически для любой программы с точки зрения и временных, и ресурсных затрат расходы на отладку обычно превышают 60 % общих расходов на разработку ПО.

Проводимое тестирование охватывает разнообразные цели и может быть разных видов:

приемочное тестирование проверяет поведение системы на предмет удовлетворения требований заказчика;

установочное тестирование проводится с целью проверки процедуры инсталляции системы в целевом окружении;

альфа- и бета-тестирование подтверждает возможности внутреннего пробного использование версий ПО или его использования с привлечением отобранных внешних пользователей;

функциональные тесты/тесты соответствия – проверка соответствия системы предъявляемым к ней требованиям, описанным на уровне спецификации поведенческих характеристик;

тесты надежности – проверки работоспособности программы при произвольных исходных данных;

регрессионное тестирование – проверка неразрушения контролируемой программы после внесения в нее каких-либо изменений;

тесты производительности – оценка эффективности решения задачи в реальных условиях;

нагрузочное тестирование – проверка готовности программы функционировать в условиях ограниченности ресурсов (одновременной обработки множества запросов) или при совместном использовании с другими программами, претендующими на ее ресурсы;

ряд других специфических видов тестирования.

После завершения тестирования и подготовки эксплуатационной документации разрабатываемого программного изделия оно может быть передано в эксплуатацию, и тогда начинается очередной этап его жизненного цикла – сопровождение.

Стандарты жизненного цикла описывают сопровождение как процесс модификации программного продукта в части его кода и документации для решения возникающих при эксплуатации проблем или реализации потребностей в улучшениях тех или иных характеристик продукта. Задача сопровождения состоит в модификации продукта при условии сохранения его целостности.

Работы по сопровождению должны проводиться для решения следующих задач:

устранение сбоев;

улучшение дизайна;

реализация расширений (функциональных возможностей);

создание интерфейсов взаимодействия с другими внешними системами;

адаптация для возможности работы на другой аппаратной платформе, применения новых системных возможностей, функционирования в среде обновленной телекоммуникационной инфраструктуры и т. п.;

переход на новые версии ПО;

вывод ПО из эксплуатации.

Ключевыми аспектами сопровождения являются: поддержка контроля (управляемости) ПО в течение всего цикла эксплуатации; поддержка модификаций программных продуктов; совершенствование существующих функций ПО; предотвращение падения производительности программы до неприемлемого уровня.

Все вышеперечисленные этапы разработки программных продуктов осуществляются в рамках единого производства, организованного по выработан-

ным правилам. Такие правила управления проектами отличаются для разных фирм-производителей. Тем не менее подходы к системе управления проектами несут в себе и много общего. Так для работы над проектом создается команда с четко разделенными ролями. Важно, что каждый участник команды вносит существенный вклад в достижении общей цели. Задачи и область ответственности участников могут меняться от этапа к этапу. Роли могут быть следующие:

1. *Руководство проекта.* Ответственны за общение с заказчиком, во время этапа проектирования собирают требования пользователей к продукту, на следующих этапах демонстрируют промежуточные результаты заказчику, собирают замечания и пожелания.

2. *Руководство разработки.* Отвечают за процесс разработки, который должен завершиться в требуемые сроки.

3. *Разработчики.* Ответственны за применение технологий для создания продукта согласно спецификации, предоставленной руководством разработки.

4. *Тестировщики.* Отвечают за все вопросы, связанные с качеством продукта. Допускают продукт к релизу. Проверяют соответствие продукта различным требования.

5. *Руководство выпуском релиза.* Ответственны за развертывание продукта у заказчика и обеспечение для этого всей необходимой инфраструктуры.

6. *Поддержка пользователей.* Принимают вопросы и пожелания пользователей.

Проекты по разработке ПО относительно часто заканчиваются неудачно, превышают заявленные сроки или выходят за рамки бюджета. Причиной неудач могут послужить неясные цели и требования. Для снижения рисков нужно заранее ответить на следующие вопросы. В условиях каких ограничений придется работать? На какие компромиссы можно пойти? Что делать с изменяющимися требованиями? Как оценить степень готовности продукта?

Компромиссы, как правило, связаны с запланированными возможностями продукта, которые не получается реализовать в заданное время. Компромисс достигается между разработчиками и заказчиками.

Литература

1. Арлоу, Д. UML 2 и унифицированный процесс. Практический объектно-ориентированный анализ и проектирование / Д. Арлоу, И. Нейштадт ; пер. с англ. – 2-е изд. – СПб. : Символ-Плюс, 2007. – 624 с.

БАЗЫ ДАННЫХ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ

Р. Б. Григянец

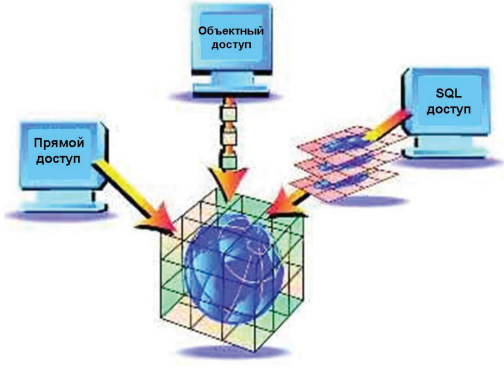


Рис. 1. Виды доступа в СУБД

Исследования и разработки в области баз данных (БД) были чрезвычайно успешными на протяжении их пятидесятилетней истории. Они привели к появлению многомиллиардной индустрии, затрагивающей каждую компанию в мире. Немыслимо управлять большим объемом ценной информации, обеспечивающей работоспособность корпораций, без средств систем управления базами данных (СУБД). СУБД – сложная система, объединяющая множество технологий, которые обеспечивают решение проблем управления большими объемами данных в корпоративных информационных системах (рис. 1).

Информация и данные

Данное – факт, понятие или инструкция, представленные на материальном носителе в условной форме, удобной для передачи, интерпретации и обработки человеком или автоматическими устройствами. Это понятие данного следует дополнить понятием информации, которое от него неотделимо и которое его поясняет. *Информация* – это значение, вкладываемое в данные на основании соглашений, используемых для их представления (интерпретация данных). Так можно сказать, что высота 40 метров – данное, а высота дома 40 метров – информация (факт). Данные могут быть количественными (выражаемыми в числовой форме) и символьными. Когда говорят о данном, то мы видим, что это не может быть отдельное число 40, которое само по себе никакого значения не имеет. Это может быть высота, возраст или температура. Термин «данное» характеризуют два следующих компонента: атрибут (поле, элемент данных), показывающий свойство объекта (например, возраст); значение, отражающее количественную характеристику информации (например, 40).

Структура данных

Следует различать логическую и физическую структуру данных. Логическая структура образуется одним или несколькими отношениями, существующими в совокупности данных или между совокупностями. Одним из главных отношений, используемых в базах данных, является отношение включения (рис. 2).

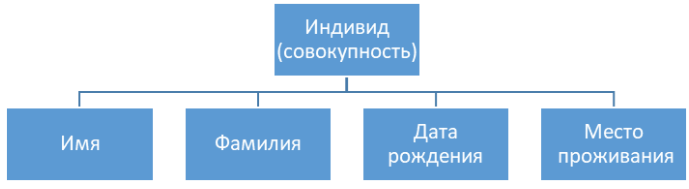


Рис. 2. Схематическое изображение отношения включения

Логическая структура данных представляет лексическую и семантическую организацию совокупностей. Основой этой организации служит элемент данных (элементарное данное), который не делится на более мелкие элементы. Элемент может принимать значения из некоторого множества значений (домена). Элементы могут объединятся в новую совокупность, именуемую группой. Например, группа «Адрес» образуется последовательностью имен элементов, которые объединяются отношением включения: «Адрес»: = «Страна», «Город», «Улица», «Номер дома». Логическая структура часто является структурой с иерархическим построением, в которой данные распределены на агрегаты, каждый из которых имеет некоторое количество групп.

Совокупность данных, относящихся к одному объекту (теме), т. е. совокупность групп и элементов, имеющих между собой логическую связь, называется логической записью (record). Например, запись «Заказ» включает в свой состав группы: «Содержание заказа» (Элементы: «Продукт», «Цена за единицу», «Количество» и др.); «Поставщик» (Элементы: «Название», «Местонахождение» и др.); «Получатель» (Элементы: «Название», «Местонахождение», «Способ оплаты»).

Физическая структура данных определяется размещением данных на носителях памяти в ЭВМ. Логические записи сгруппированы на носителях в виде блоков или физических записей, структура которых определяется используемой ЭВМ и СУБД.

Совокупность блоков образует файл, который можно назвать совокупностью реализаций одной и той же логической записи. Организация файлов является одним из самых сложных элементов системы управления базой данных, так как эта организация должна позволять, с одной стороны, быстрый доступ в памяти к необходимым для обработки данным, а с другой – осуществлять обмен данными между различными файлами БД, когда потребуется одновременно обрабатывать данные из нескольких различных файлов.

База данных

База данных представляет организованную структурированную совокупность взаимосвязанных данных (файлов), предназначенную для коллективного многоаспектного использования прикладными программами (приложениями) и пользователями. БД характеризует актуальное состояние некоторой предметной области, являясь информационной моделью предметной области, и используется для удовлетворения информационных потребностей пользователей и приложений.

Базу данных можно охарактеризовать несколькими признаками.

БД хранится и обрабатывается в вычислительной системе. В связи с этим такие хранилища информации, как архивы, библиотеки, картотеки, базами данных не являются.

Данные в БД логически структурированы (систематизированы) для обеспечения возможности их эффективного поиска и обработки в вычислительной системе. Это предполагает выделение составных частей (элементов данных), связей между ними, а также типизацию элементов и связей, при которой с типом элемента (связи) соотносится определенный домен допустимых его значений, а также допустимых операций над значениями.

БД включает схему, или метаданные, описывающие логическую структуру базы данных в формальном виде в соответствии с некоторой моделью данных.

Схема включает в себя описания структуры данных и ограничений целостности, используемых для управления БД.

Функционирование базы данных обеспечивается СУБД, которая представляет собой совокупность программ для ЭВМ, обеспечивающих создание базы данных, изменение и пополнение хранящейся в ней информации, поиск информации по запросам пользователей (приложений).

СУБД использует определения данных в схеме для обеспечения доступа к данным в базе данных.

База данных состоит их четырех компонентов: с одной стороны это файлы данных, индексы (таблицы или словари, обеспечивающие доступ к данным), а с другой – интерфейсы, один из которых находится в распоряжении обслуживающего персонала, другой – в распоряжении пользователей (приложений).

В Законе Республики Беларусь «Об информации, информатизации и защите информации» от 10 ноября 2008 г. дано следующее определение базы данных: «База данных – совокупность структурированной и взаимосвязанной информации, организованной по определенным правилам на материальных носителях». При этом в законе под информацией понимаются сведения о лицах, предметах, фактах, событиях, явлениях и процессах независимо от формы их представления.

Организационно-техническую систему, включающую одну или несколько баз данных, а также систему управления ими называют банком данных или системой баз данных.

Функции СУБД

СУБД должна обеспечивать: устранение избыточности данных; возможность одновременного использования базы данных различными приложениями; защиту от несанкционированного доступа; защиту целостности БД (обеспечение непротиворечивости данных, защиту от внесения случайных или преднамеренных искажений, защиту от разрушения данных в результате физических сбоев программных и технических средств); управление правами доступа приложений и пользователей; независимость прикладных программ от физического расположения данных на носителях памяти и физического строения базы данных; разделение описания структуры всей БД (схему) и описания данных, которые доступны пользователю-приложению (подсхему).

Функции СУБД разделяются на два типа: функцию описания и функцию манипулирования. Функция описания позволяет обслуживающему персоналу (администратору) описывать различные данные, существующие между ними отношения и их организацию на логическом и физическом уровнях. Функция манипулирования может подразделяться на четыре главные подфункции: создания, редактирования, защиты, запроса. Функция создания обеспечивает ввод данных в базу, которых еще нет в памяти, логический и физический контроль вводимых данных (длина и тип данных, правила целостности данных и др.). Функция редактирования осуществляет пополнение, обновление и удаление данных, при этом система контролирует совместимость изменений с существующими файлами. Функция защиты – одна из наиболее важных в СУБД. Она обеспечивает защиту от неисправностей ЭВМ (физическое разрушение файлов), от несанкционированного доступа (использования). Не всякий пользователь может получить доступ к любому данному. Для этого СУБД оснащаются средствами защиты на различных уровнях. На первом уровне обеспечивается защита по идентификатору и паролю пользователя. После того как доступ к базе данных открыт, вступает в действие защита на уровне процедур. Система запрашивает пользователя о процедуре, которой он желает воспользоваться: ввод данных, редактирование, запрос. Некоторые пользователи могут иметь разрешение на запрос данных, но не иметь права на ввод или обновление данных. При процедуре запроса система по идентификатору пользователя открывает ему доступ ко всем данным или к части их. Так пользователь может запросить файл персонала и получить доступ к данным о квалификации служащих, но не получить доступ к данным о заработной плате. Функция запроса позволяет задавать базе данных вопросы и открывает доступ к данным в файлах.

Языки баз данных

Языки описания и запросов являются важными компонентами баз данных, так как они позволяют осуществлять общение с системой.

Язык описания позволяет для каждого данного, хранящегося в БД, определить его имя, тип и область значений (домен значений), которые это данное

может принимать. Этот язык позволяет также описывать отношения (связи) между данными. С помощью языка запросов пользователь задает базе данных вопросы и получает информацию в требуемой для него форме. В языках запросов БД используются операторы двух типов: логические (или булевы) операторы (И, ИЛИ, НЕ) и операторы сравнения: =, >, >=, <, <=. Многие современные языки запросов (например, SQL) являются декларативными, поскольку они выражают, что должно быть возвращено из базы данных, без каких-либо ссылок на структуры хранения или алгоритмы доступа к этим структурам. Такое отделение запроса от его реализации означает, что структуры хранения могут изменяться, не приводя к недействительности существующих выражений запросов и прикладных программ.

Моделирование данных

Модель данных состоит из языка определения структуры БД (языка определения данных) и языка манипулирования этими структурами (языка манипулирования данными). Схема определяет конкретную базу данных в терминах языка определения данных.

СУБД обеспечивает разделение между хранимыми структурами данных и абстракциями уровня приложений. Такая независимость данных от прикладных программ облегчает поддержку системы баз данных, поскольку хранимые структуры данных могут изменяться, не оказывая какого-либо влияния на приложения.

Разработка и использование моделей данных являются важными темами исследований в сообществе специалистов по БД, а расширение этих моделей с целью включения в них более сложных типов данных, таких как электронные таблицы и потоки видеоданных, выступает важным направлением исследований для построения будущих реализаций.

Модели баз данных

В зависимости от способов структурирования данных различают иерархическую, сетевую, реляционную, объектно-ориентированную и гибридные модели баз данных.

Иерархическая модель данных. Технология БД возникла в конце 1960-х гг. с реализацией СУБД IMS (Information Management Systems) компании IBM, которая обеспечивала управление данными, организованными в форме иерархий (иерархическая модель). Хотя позднее оказалось, что иерархии слишком ограничены, важным вкладом IMS стало широко признанное открытие, констатирующее, что данные имеют самостоятельную ценность и что они должны управляться независимо от какого-либо отдельного приложения (прикладной программы). До этого каждое приложение обладало собственными файлами данных, в которых часто дублировались данные из других файлов. Для созда-

ния совместно используемых БД потребовались бы анализ и проектирование, балансирующие требования нескольких приложений и, тем самым, улучшающие общее управление ресурсами данных.

Иерархическая база данных состоит из упорядоченного набора деревьев, а более точно, из упорядоченного набора нескольких экземпляров одного типа дерева. Тип дерева состоит из одного «корневого» типа записи и упорядоченного набора из нуля или более типов поддеревьев (каждое из которых является некоторым типом дерева). Тип дерева в целом представляет собой иерархически организованный набор типов записи.

На рис. 3 показан пример типа дерева (схемы иерархической БД). Здесь тип записи «Отдел» является предком для типов записи «Руководитель» и «Служащие», а «Руководитель» и «Служащие» – потомки типа записи «Отдел».

В иерархической модели тип записи-потомка может иметь только один тип записи-предка.

Рис. 3. Пример типа дерева (схемы иерархической БД)

Между типами записи поддерживаются связи (правильнее сказать, типы связей, поскольку реальные связи появляются в экземплярах типа дерева).

Сетевая модель данных. Типичным представителем систем, основанных на сетевой модели данных, является СУБД IDMS (Integrated Database Management System), разработанная компанией Cullinet Software, Inc. Архитектура системы основана на предложениях Data Base Task Group (DBTG) организации CODASYL (COnference on DAta SYstems Languages), которая отвечала за определение языка программирования COBOL. Отчет DBTG был опубликован в 1971 г., и вскоре после этого появилось несколько систем, поддерживающих архитектуру CODASYL, среди которых присутствовала и СУБД IDMS.

Сетевой подход к организации данных является расширением иерархического подхода. В иерархических структурах запись-потомок должна иметь в точности одного предка. В сетевой структуре данных у потомка может иметься любое число предков.

Сетевая БД состоит из набора типов записей и набора типов связей между этими записями, а если говорить более точно, из набора экземпляров каждого типа из заданного в схеме базы данных набора типов записи и набора экземпляров каждого типа из заданного набора типов связи.

Тип связи определяется для двух типов записи: предка и потомка. Экземпляр типа связи состоит из одного экземпляра типа записи-предка и упорядоченного набора экземпляров типа записи-потомка. Для данного типа связи *L* с типом записи-предка *P* и типом записи-потомка *C* должны выполняться следующие два условия:

каждый экземпляр типа записи *P* является предком только в одном экземпляре типа связи *L*;

каждый экземпляр типа записи *C* является потомком не более чем в одном экземпляре типа связи *L*.

На рис. 4 представлен простой пример схемы сетевой базы данных. Показаны три типа записи – «Отдел», «Служащие» и «Руководитель» и три типа связи – «Состоит из служащих», «Имеет руководителя» и «Является служащим». В типе связи «Состоит из служащих» типом записи-предком является «Отдел», а типом записи-потомка – «Служащие» (экземпляр связи этого типа связи связывает экземпляр типа записи «Отдел» со многими экземплярами типа записи «Служащие», соответствующими всем служащим данного отдела). В типе связи «Имеет руководителя» типом записи-предка служит «Отдел», а типом записи-потомка – «Руководитель» (экземпляр этого типа связи связывает экземпляр типа записи «Отдел» с одним экземпляром типа записи «Руководитель», соответствующим руководителю данного отдела). Наконец, в типе связи «Является служащим» типом записи-предка выступает «Руководитель», а типом записи-потомка – «Служащие» (экземпляр этого типа связи связывает экземпляр типа записи «Руководитель» с одним экземпляром типа записи «Служащие», соответствующим тому служащему, которым является данный руководитель).

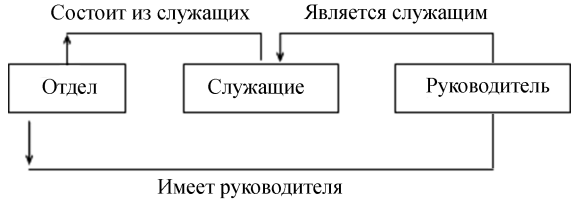


Рис. 4. Пример схемы сетевой базы данных

Модели данных как IMS, так и ее весьма широко известного преемника – CODASYL (сетевая модель) основывались на графовых структурах данных. Хотя идея навигационных связей была интуитивно привлекательной, при ее использовании было трудно выражать взаимодействие с БД независимо от существующих алгоритмов, которые были необходимы для реализации таких связей.

Хотя создание системы IMS (1969 г.) действительно было значительным событием в становлении технологии баз данных, однако еще до появления этой системы был осуществлен ряд других весьма значимых разработок

в этой области. В частности, примерно за шесть лет до выпуска IMS была реализована система IDS (Integrated Data Storage), ставшая прототипом подхода CODASYL, оставившего не менее глубокий след в технологии БД, чем создание системы IMS. Руководитель этой разработки Ч. Бахман стал впоследствии лауреатом премии Тьюринга за работы в области систем баз данных, основанных на подходе CODASYL. Таким образом, подход CODASYL вовсе не является преемником IMS. В идейном плане он, скорее, последователь идей системы IDS.

Реляционная модель данных. В 1970 г. британский ученый Тед Кодд (рис. 5) опубликовал статью, в которой была показана возможность управления данными на существенно более высоком уровне благодаря их концептуализации в терминах математической теории отношений (множеств). Эта статья вызвала большой интерес в научном сообществе в 1970-е гг. и стремление практически воплотить такой подход. В настоящее время реляционная модель имеет наиболее широкую поддержку среди поставщиков коммерческих СУБД. Благодаря простоте и ясным концептуальным основам реляционной модели вокруг нее развернулись активные теоретические исследования. Исследователями было получено много важных результатов, в том числе были разработаны теория проектирования баз данных, а также реляционные языки запросов. Теоретические разработки продолжаются во многих направлениях, включая, например, исследования ограничений в БД и запросов с использованием неполной информации.

Кодд предложил использовать в качестве родовой структуры БД «таблицы», в которых и столбцы, и строки не являются упорядоченными. Такая «таблица» со множеством столбцов $\{A_1, A_2, \ldots, A_n\}$, в которой каждый столбец A_i может содержать значения из множества $T_i = \{v_{i1}, v_{i2}, \ldots, v_{im}\}$ (все множества конечны), в математическом смысле представляет собой отношение над множествами $\{T_1, T_2, \ldots, T_n\}$. Таким отношением является подмножество декартова произведения этих множеств, т. е. некоторое множество кортежей $\{\{v_1, v_2, \ldots, v_n\}\}$, где $v_i \in T_i$. Поэтому для обозначения родовой структуры Кодд стал использовать термин «отношение» (relation), а для обозначения элементов отношения – термин «кортеж». Соответственно модель данных получила название реляционной модели.

Схема БД в реляционной модели данных – это набор именованных заголовков отношений вида $H_i = \{<A_i^1, T_i^1>, <A_i^2, T_i^2>, \ldots, <A_i^{ni}, T_i^{ni}>\}$. T_i называется доменом атрибута A_i.

Реляционная база данных в каждый момент времени представляет собой набор именованных отношений, каждое из которых обладает заголовком, таким как он

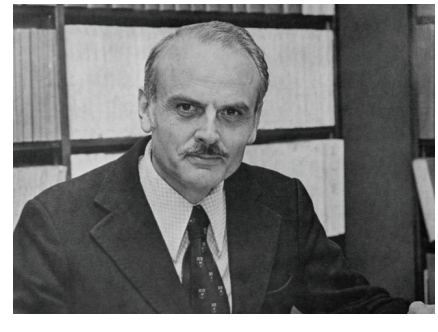


Рис. 5. Эдгар Франк «Тед» Кодд (1923–2003)

определен в схеме, и телом. Имя отношения R_i совпадает с именем заголовка этого отношения H_i. Тело отношения B_i – это множество кортежей вида $\{v_1, v_2, \ldots, v_n\}$, где $v_i \in T_i$. Во время жизни базы тела отношений могут изменяться, но все содержащиеся в них кортежи должны соответствовать заголовкам соответствующих отношений.

Объектно-ориентированные модели данных. В начале 1980-х гг. появилась новая модель, которая основывалась на принципах объектно-ориентированного программирования. Объектно-ориентированная модель данных была первой попыткой создания расширяемой модели данных. Чтобы дать пользователям возможность создавать их собственные специфические для конкретных приложений типы данных, которыми могла бы управлять данная СУБД, использовались механизмы абстракции данных.

История современных объектных моделей данных началась с 1989 г., когда группа известных специалистов в области языков программирования БД опубликовала статью под названием «Манифест систем объектно-ориентированных баз данных». К этому времени уже существовало несколько реализаций объектно-ориентированных СУБД, но каждая из них опиралась на некоторое расширение объектной модели какого-либо объектно-ориентированного языка программирования (Smalltalk, Object Lisp, C++).

В 1991 г. возник консорциум ODMG (Object Database Management Group), задачей которого была разработка стандарта объектно-ориентированной модели данных. В последние пять-шесть лет появилось несколько компаний-поставщиков объектно-ориентированных систем управления базами данных, и комитет, сформированный из их представителей, разработал некоторый стандарт (ODMG).

Группа исследователей, близких к индустрии баз данных, в 1990 г. опубликовала документ «Манифест систем баз данных третьего поколения», который во многом направлен на защиту инвестиций крупных компаний – производителей программного обеспечения SQL-ориентированных СУБД.

Авторы манифеста утверждали, что можно добиться аналогичных результатов, не производя революцию в области технологии баз данных, а эволюционно развивая технологию SQL-ориентированных СУБД. В результате появилась гибридная модель, широко известная как объектно-реляционная модель данных, в которой объектно-ориентированные возможности встраиваются в реляционную модель.

Далее за публикацией третьего манифеста последовало появление объектно-реляционных продуктов ведущих компаний-поставщиков SQL-ориентированных СУБД (Informix Universal Server, Oracle8, IBM DB2 Universal Database). В 1999 г. был принят стандарт структурированного языка запросов реляционных баз данных SQL (SQL:1999), в котором был зафиксирован ряд новых черт языка, придающих ему характеристики полноценной постреляционной модели данных. В последнем варианте стандарта SQL:2003 эта модель уточнена и расширена.

ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

Д. А. Павленко

Машинное обучение (machine learning, ML) – это раздел информатики, который занимается разработкой и анализом алгоритмов, позволяющих компьютерам изменяться под воздействием внешних факторов (обучаться). Алгоритмы обучения (learning algorithms) делают предсказания или принимают решения на основе не строго статических программных команд, а обучающей выборки (т. е. обучающих данных), с помощью которой происходит настройка параметров модели. Для процесса настройки (fitting) модели по выборке данных применяются различные разделы математики: математическая статистика, методы оптимизации, численные методы, теория вероятностей, линейная алгебра, математический анализ, дискретная математика, теория графов, различные техники работы с цифровыми данными и др. Результатом работы алгоритма обучения является функция, которая аппроксимирует (восстанавливает) неизвестную зависимость в обрабатываемых данных.

Машинное обучение является не только математической, но и прикладной, инженерной дисциплиной. Практически ни одно исследование в области машинного обучения не обходится без последующего тестирования на реальных данных для проверки практической работоспособности разрабатываемого метода.

Когда говорят о машинном обучении, то часто имеют в виду вновь ставшие популярными искусственные нейронные сети (ИНС) и глубокое обучение (Deep Learning), которые являются моделями машинного обучения (рис. 1).

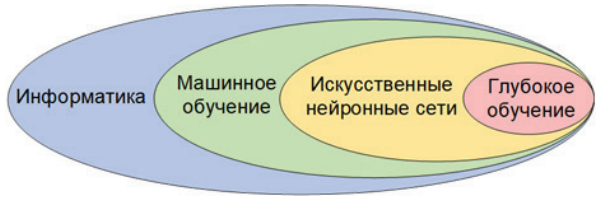


Рис. 1. Вложенность категорий

Искусственная нейронная сеть (ИНС) – это математическая модель, а также ее программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей, т. е. сетей нервных клеток живого организма. Необязательно, чтобы строение ИНС

и мозга совпадали. В ИНС воплощены идеи коннекционизма, т. е. моделирования мыслительных и поведенческих явлений в сетях из связанных между собой простых элементов.

Первой попыткой построить ИНС по принципу функционирования мозга были нейронные сети Уоррена МакКаллока и Уолтера Питтса, описанные в статье 1943 г. «Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности» [1]. По примеру классических философов Греции они попытались математически смоделировать работу мозга. Это была яркая идея, учитывая то, что электрическая природа сигналов нейронов будет продемонстрирована лишь спустя семь лет, в конце 1950-х гг. Математическая модель сети МакКаллока и Питтса из искусственных нейронов теоретически могла выполнять числовые или логические операции любой сложности.

На вход искусственного нейрона поступают импульсы от произвольного числа других нейронов сети. Связи, по которым выходные сигналы одних нейронов поступают на входы других, часто называют *синапсами* по аналогии со связями между биологическими нейронами. Каждая связь характеризуется своим весом. Связи с положительным весом называются возбуждающими, а с отрицательным – тормозящими. Нейрон имеет один выход, часто называемый *аксоном*. С единственного выхода нейрона сигнал может поступать на произвольное число входов других нейронов. Если на выходе нейрона есть ненулевой сигнал (положительный или отрицательный), то говорят, что нейрон активен или возбужден.

В сумматоре поступающие на вход нейрона импульсы умножаются на веса и складываются:

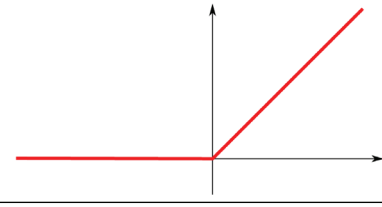
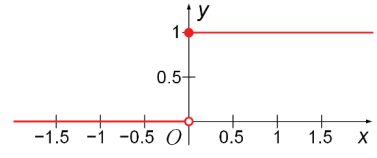
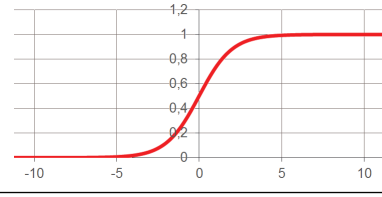
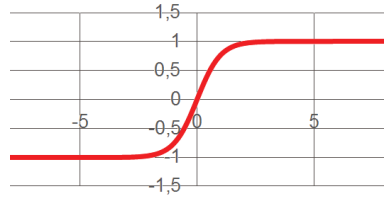
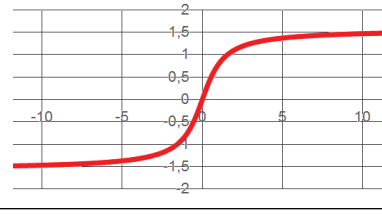
$$x = \sum_{i=1}^{n} \omega_i \cdot x_i - C, \tag{1}$$

где n – количество входящих синапсов; ω_i – веса входов (положительные возбуждающие или отрицательные тормозящие); x_i – сигналы на входах; C – константа для формирования порога чувствительности нейрона, которая называется сдвиг (bias). Функция x называется *взвешенной суммой*. Возможные значения сигналов на входах нейрона x_i считают заданными в интервале [0, 1]. Сигналы на входах в зависимости от архитектуры сети могут быть либо дискретными (только 0 или только 1), либо аналоговыми (непрерывными в интервале от 0 до 1 включительно).

Затем к взвешенной сумме x из (1) применяется функция, называемая *функцией активации* f (x), или передаточной функцией, которая определяет зависимость сигнала на выходе нейрона от взвешенной суммы сигналов на его входах. Использование различных функций активации позволяет вносить нелинейность в работу нейрона и в целом нейронной сети. Без этой нелинейности ИНС вырождается в задачу линейной алгебры, т. е. в обычное перемножение векторов, матриц и тензоров.

Существует множество различных функций активации. Самыми известными функциями активации являются функции ReLU, Хевисайда, сигмоида, гиперболический тангенс, арктангенс (см. таблицу).

Функции активации нейрона в ИНС

Название	Формула	График
Rectified linear unit (ReLU)	$f(x)=\begin{cases}0, & x<0\\ x, & x\geq 0\end{cases}$	
Функция Хевисайда	$f(x)=\begin{cases}0, & x<0\\ 1, & x\geq 0\end{cases}$	
Логистическая функция или сигмоида	$f(x)=\frac{1}{1+e^{-x}}$	
Гиперболический тангенс (TanH)	$f(x)=\frac{e^{x}-e^{-x}}{e^{x}+e^{-x}}$	
Арктангенс (ArcTan)	$f(x)=\arctan(x)$	

ИНС состоят из множества искусственных нейронов, как на схеме искусственного нейрона (рис. 2), которые соединены между собой в слои.

Самые популярные на сегодня глубокие нейронные сети отличаются от просто нейронных сетей наличием большого количества скрытых слоев (рис. 3). Глубокие сети состоят из десятков и сотен скрытых слоев, а обучение таких сетей называется глубоким обучением (Deep Learning).

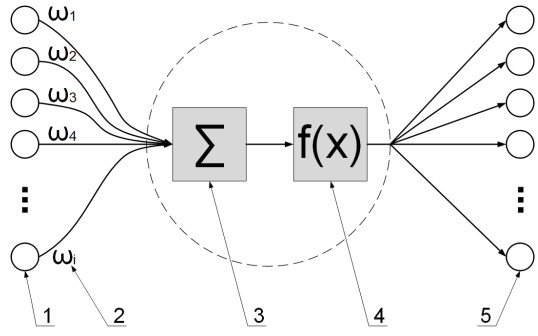


Рис. 2. Схема искусственного нейрона: *1* – нейроны, выходные сигналы которых поступают на вход данному; *2* – ω_i – веса входных сигналов; *3* – сумматор входных сигналов; *4* – вычислитель активационной (передаточной) функции; *5* – нейроны, на входы которых подается выходной сигнал данного

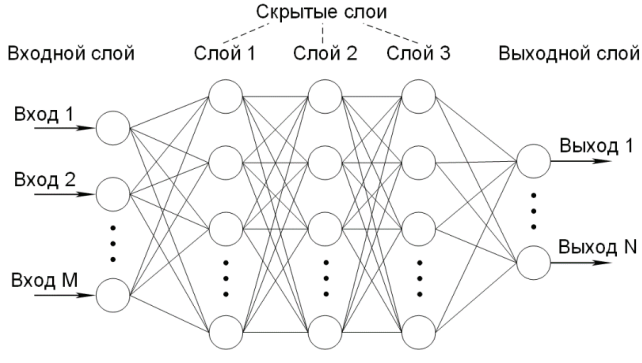


Рис. 3. Схема искусственной нейронной сети с тремя скрытыми слоями

Существует множество программных библиотек для обучения ИНС: Keras, TensorFlow, Theano, PyTorch, Caffe, Chainer, Matlab Neural Networks Toolbox, MXNet, Wolfram Mathematica и др. Постоянно появляется новое программное обеспечение и новые архитектуры ИНС.

Самое сложное при работе с ИНС – это создание базы данных для обучения нейронной сети. Важность правильной подготовки данных для нейросетей трудно переоценить: примерно 80 % рабочего времени тратится на работу с данными и менее 20 % – на создание и обучение модели ИНС. Плохо подготовленные данные дают плохие результаты, или результатов не будет, даже если сама ИНС будет работать без ошибок.

Обучать ИНС быстрее всего на игровых графических картах (GPU), потому что такие графические карты обладают большим количеством ядер, которые могут очень быстро перемножать векторы, матрицы и тензоры, которыми оперирует ИНС.

У специалистов по работе с данными есть принцип «Мусор на входе – мусор на выходе» (Garbage In, Garbage Out), который означает, что при плохих входящих данных будут получены плохие результаты, даже если сам метод машинного обучения правильный. Качество данных – это многоаспектное понятие. Данные должны быть точными, непротиворечивыми, полными, достоверными, объективными, актуальными, репрезентативными и др. Провал в каком-либо из аспектов качества может сделать данные малопригодными или бесполезными. Самое худшее, если данные выглядят пригодными, но ведут к ложным результатам.

Методы машинного обучения и ИНС разделяются по типам решаемых задач: классификация, кластеризация, регрессия, прогнозирование, идентификация, восстановление плотности распределения вероятности по набору данных, понижение размерности, одноклассовая классификация и выявление новизны, построение ранговых зависимостей и т. д. (рис. 4). Продолжают возникать новые типы задач и даже целые новые дисциплины, например, добыча данных (data mining).

Классификация – разделение множества объектов или ситуаций на классы с помощью обучения с учителем. Классифицировать объект – значит указать номер, имя или метку класса, к которому относится данный объект. Иногда требуется указать вероятность отнесения объекта к классу. Например, по обучающей выборке фотографий котов и собак научиться различать изображения котов и собак.

Кластеризация (сегментация) – разделение множества объектов или ситуаций на кластеры с помощью обучения без учителя. Кластеризация (обучение без учителя) отличается от классификации (обучения с учителем) тем, что перечень групп четко не задан и определяется в процессе работы алгоритма, т. е. нет заранее определенных «правильных» ответов. Иногда указывается общее количество кластеров, но часто алгоритм сам выбирает оптимальное количество кластеров. Похожесть или близость объектов в кластере определяется через расстояние в многомерном пространстве признаков. Для этого нужно определить само пространство признаков (какие свойства измеряются) и метрику близости (как считается расстояние). Результаты кластеризации применяются при нахождении новых, ранее неизвестных знаний и зависимостей в данных (добыча данных, или data mining). Например, задача нахождения целевой аудитории определенного товара путем анализа потребительских корзин покупателей с учетом пола, возраста, социального статуса, семейного положения и т. д.

Регрессия – нахождение зависимости выходной переменной от одной или нескольких независимых входных переменных с помощью обучения с учителем. В отличие от задач классификации, которые разделяют объекты на дискретное количество классов, задачи регрессии находят зависимости между непрерывными величинами. Например, нахождение зависимости между количеством съеденной пищи и весом тела.

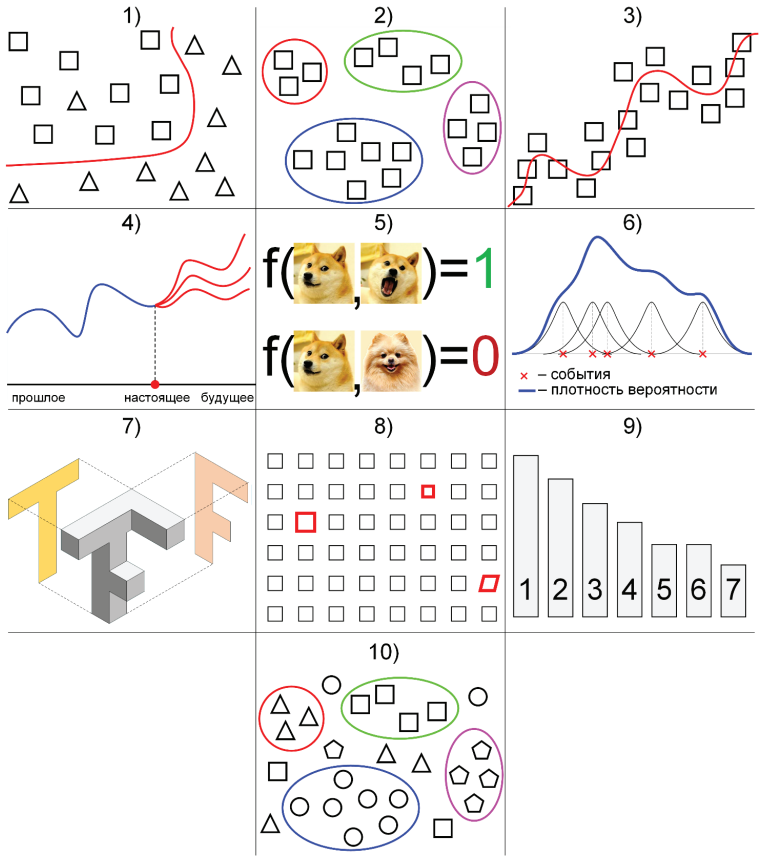


Рис. 4. Схематическое представление типов задач: 1) классификация; 2) кластеризация; 3) регрессия; 4) прогнозирование; 5) идентификация; 6) восстановление плотности распределения вероятности по набору данных; 7) понижение размерности; 8) одноклассовая классификация и выявление новизны; 9) построение ранговых зависимостей; 10) добыча данных

Прогнозирование – это предсказание во времени. Прогнозирование похоже либо на регрессию, либо на классификацию в зависимости от данных задачи (непрерывные или дискретные данные), но в отличие от регрессии и классификации всегда направлено в будущее. В прогнозировании данные упорядочиваются по времени, которое является явным и ключевым параметром, а найденная зависимость экстраполируется в будущее. В прогнозировании применяются модели временных рядов.

Идентификация. Идентификация и классификация многими ошибочно понимаются как синонимы. Задача идентификации исторически возникла из задачи классификации, когда вместо определения класса объекта потребовалось уметь определять, обладает объект требуемым свойством или нет. Особенностью задачи идентификации является то, что все объекты принадлежат

к одному классу и не существует возможности разделить класс на подклассы, т. е. сделать состоятельную выборку из класса, которая *не* будет обладать требуемым свойством. Если требуется определить человека по фотографии его лица, причем множество запомненных в базе людей постоянно меняется и появляются люди, которых не было в обучающем множестве, то это задача идентификации, которая не сводится к задаче классификации. В случае определения объекта по фотографии функция идентификации $f(x_1, x_2)$ принимает в качестве аргументов два вектора признаков фотографий, а на выходе равна либо 1 в случае фотографий одного и того же объекта, либо 0 в случае фотографий разных объектов одного и того же класса.

Восстановление плотности распределения вероятности по набору данных (kernel density estimate). Данная задача – ключевая проблема математической статистики. Математическая статистика решает обратные задачи: по результату эксперимента определяет свойства закона распределения. Исчерпывающей характеристикой закона распределения является плотность распределения вероятностей. Например, известен возраст людей, берущих кредит в банке, требуется найти плотность распределения вероятности возрастов заемщиков.

Понижение размерности данных и их визуализация. Является частным случаем кластеризации. Каждый объект может быть представлен в виде многомерного вектора признаков $\langle x_1, x_2, \ldots, x_n \rangle$, нужно получить более компактное признаковое описание объекта $\langle x_1, x_2, \ldots, x_k \rangle$, где $k < n$. Понижение размерности может помочь другим методам путем устранения избыточных данных. Используется при разведочном анализе и для устранения «проклятия размерности», когда данные быстро становятся разреженными при увеличении размерности пространства признаков. Например, дан список документов на человеческом языке, требуется найти документы с похожими темами.

Одноклассовая классификация и выявление новизны. Или задача поиска аномалий, выбросов, которые не относятся ни к одному кластеру. Нахождение объектов, которые отличаются по своим свойствам от объектов обучающей выборки. Является задачей обучения без учителя. Например, обнаружение инородных предметов (кости, камни, кусочки упаковки) в продуктах питания при их сканировании рентгеновским сканером при неразрушающем контроле качества продукции, обнаружение подозрительных банковских операций, обнаружение хакерской атаки, медицинская диагностика и т. д.

Построение ранговых зависимостей. Ранжирование – это процедура упорядочения объектов по степени выраженности какого-либо качества в порядке убывания этого качества. Задачи ранжирования: сортировка веб-страниц согласно заданному поисковому запросу, персонализация новостной ленты, рекомендации товаров (видео, музыки), адресная реклама.

Добыча данных (data mining), или интеллектуальный анализ данных – совокупность методов обнаружения в данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходи-

мых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности. В данный момент добыча данных отделяется от машинного обучения в отдельную дисциплину. Интеллектуальный анализ данных и машинное обучение имеют различные цели: машинное обучение прогнозирует на основе известных свойств, полученных от обучающей выборки, а интеллектуальный анализ данных фокусируется на добыче новых ранее неизвестных зависимостей в данных. Однако обе дисциплины используют одинаковые методы.

Процесс решения задачи в машинном обучении, а также для ИНС можно условно разделить на несколько шагов.

1. Изучить задачу, понять, как она может быть сведена к одной из типовых задач машинного обучения. Например, машинное обучение → обучение с подкреплением → управление роботом.

2. Определить метод решения задачи средствами машинного обучения.

3. Получить данные для обучения. Аргументировать данные.

4. Отобрать, извлечь, спроектировать, преобразовать признаки.

5. Провести обучение модели.

6. Оценить результат с помощью различных метрик (в зависимости от задачи).

7. Повторить шаги 1–6 для других методов и параметров.

Некоторые типовые задачи машинного обучения представлены на рис. 5.

Существуют общие рекомендации для обучения ИНС [2–5]. Кратко перечислим некоторые из них.

Машинное обучение – это не волшебство, оно не дает что-то из ничего, но дает большее из меньшего. В этом смысле машинное обучение похоже на

Рис. 5. Некоторые типовые задачи машинного обучения

сельское хозяйство. Как фермер комбинирует семена с питательными веществами, чтобы вырастить урожай, так знания комбинируются с данными, а дальше природа делает за нас основную часть работы. Прежде чем обучать машину, разберитесь в задаче сами. Способ решения задачи неотделим от данных, которые используются в задаче: «No free lunch theorems» (математические теоремы о том, что все модели имеют слабые стороны).

Сбалансируйте ваши данные, подготовьте их, сделайте данные ценными: «Мусор на входе – мусор на выходе». Больше данных лучше, чем более «умный» алгоритм.

Выбросы могут исказить метрику. Фильтруйте их или используйте регуляризацию. Старайтесь использовать одну и ту же метрику для обучения и оценки качества. Учитывайте цену ошибки, когда выставляете порог чувствительности метода. Используйте тестовые данные только для проверки и не используйте их в обучении ИНС. Если на обучающих данных точность намного больше, чем на тестовых данных, то ИНС переобучена.

Корреляция не доказывает причинную связь («Correlation is no proof of causation!»). Если есть корреляция между утонувшими в бассейне и фильмами с участием Николаса Кейджа, то этот факт не является поводом для обвинения актера. Зачем же тогда искать корреляции? Потому что прогнозные модели используются в качестве руководства к действию, для дальнейшего изучения и выдвижения новых гипотез. Если мы обнаружим, что пиво и подгузники в супермаркете часто покупаются вместе, то, возможно, стоит поместить пиво рядом с секцией подгузников для увеличения продаж.

Экспериментируйте. Комбинация методов лучше, чем выбор одного лучшего метода. Пробуйте разные методы обучения и способы получения признаков, а особенно их комбинации. Нет универсального метода для всех задач («There's no silver bullet»). Здесь интуиция и творчество так же важны, как и технические навыки, но само машинное обучение – контринтуитивная дисциплина.

Машинное обучение является междисциплинарной наукой, которая требует от исследователя широких знаний во многих дисциплинах. Стоит отметить, что машинное обучение – молодая и активно развивающаяся дисциплина, поэтому многие материалы есть только на английском языке.

Литература

1. МакКаллок, У. С. Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности / У. С. МакКаллок, В. Питтс // Автоматы / под ред. К. Э. Шеннона, Дж. Маккарти. – М. : Изд-во иностр. лит., 1956. – С. 363–384.

2. Domingos, P. A few useful things to know about machine learning / P. Domingos // Communications of the ACM. – 2012. – Vol. 55, N 10. – P. 78–87. – DOI: 10.1145/2347736.2347755.

3. Domingos, P. The master algorithm: how the quest for the ultimate learning machine will remake our world / P. Domingos. – New York : Basic Books, 2015. – P. 352.

4. Bostrom, N. Superintelligence: paths, dangers, strategies / N. Bostrom. – Oxford : University Press, 2014. – P. 328.

5. Simon, H. A. Spurious correlation: a causal interpretation / H. A. Simon // J. Am. Statistical Assoc. – 1954. – Vol. 49, N 267. – P. 467–479. – DOI: 10.1080/01621459.1954.10483515.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Информационные технологии (ИТ) – процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов; приемы, способы и методы применения средств вычислительной техники при выполнении функций сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных; ресурсы, необходимые для сбора, обработки, хранения и распространения информации.

Быстрые изменения во всех сферах жизни современного общества привели к небывалому ранее росту объемов и скорости распространения информации. В таких условиях наиболее важными составляющими процесса формирования и использования информационных ресурсов общества стали информационные системы и информационные технологии. К настоящему времени ИТ прошли несколько эволюционных этапов, смена которых определялась главным образом техническим прогрессом, появлением новых технологических средств поиска и переработки информации. Современный этап развития информационных технологий часто называют новым в силу того, что он коренным образом отличается от предыдущих этапов, связанных с развитием технических средств. Развитие ИТ на этом этапе характеризуется возросшей интенсивностью информационных потоков, которые связывают все стороны жизни современного общества вследствие развития процессов глобализации мировой экономики и становления единого информационного пространства. Отрасль информационных технологий в настоящее время является одной из наиболее динамично развивающихся во всем мире.

Современное общество вступило в постиндустриальную стадию развития, называемую также «информационным обществом», в котором важнейшим ресурсом и движущей силой технологического, социально-экономического и культурного развития становятся информация и знания. Развитая информационная инфраструктура становится главной движущей силой экономики, определяет национальную конкурентоспособность и независимость. На этом этапе развития общества объемы данных, которые требуется хранить и обрабатывать, растут в геометрической прогрессии. И наряду с традиционными ИТ (такими как технологии обработки данных, управления, поддержки принятия решений и др.) на первый план выходят информационные технологии больших данных, искусственного интеллекта, Интернета вещей, машинного обучения, информационной безопасности, облачных вычислений.

Термин «большие данные» (big data) возник и стал применяться всего 8–10 лет назад. Большие данные – это не столько большой объем и скорость генерации информации, сколько ИТ их обработки и интерпретации, целью которых является извлечение новой информации и прогнозирование изменений, при этом обрабатываемые данные могут быть как структурированными, так и неструктурированными, разнотипными.

Уровень развития информационного общества определяется не только объемом информационных ресурсов, но и интенсивностью их использования в соответствии с потребностями общества. Общество заинтересовано в том, чтобы опережающими темпами шло использование информационных ресурсов в производственной деятельности предприятий и экономике на основе внедрения в производство новых ИТ, таких как CALS-технологии (Continuous Acquisition and Life cycle Support) организации производства продукции, обеспечивающие информационную поддержку поставок и жизненного цикла изделий; ERP-системы (Enterprise Resource Planning) управления ресурсами предприятия, которые интегрируют производство и управление персоналом, финансами и активами.

Развитие и широкое внедрение на постиндустриальном этапе новых информационно-коммуникационных технологий во все сферы деятельности существенно поменяло модель общественной жизни, образования, труда и отдыха, что привело к возникновению новой модели общества – информационного общества. Это понятие введено для обозначения качественно нового этапа общественного развития общества, в котором главным ресурсом становится информационный. Отличительными чертами информационного общества являются увеличение роли информации и знаний, возникновение глобального информационного пространства, ИТ выходят на первое место по темпам развития, доле капиталовложений и числу занятых. В связи с тем, что при построении информационного общества деловая и общественная активность постепенно перетекает в информационно-коммуникативную среду, насущной проблемой становится учет юридических аспектов построения информационного общества, разработка законодательства для адекватного правового обеспечения процессов развития общества. Формируется новая отрасль права – информационное право.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Л. Д. Черемисинова

Информационная технология (ИТ) – совокупность процессов, методов осуществления поиска, получения, передачи, сбора, обработки, накопления, хранения, распространения и (или) предоставления, а также пользования информацией и защиты информации. ИТ обеспечивают и поддерживают информационные процессы, т. е. процессы поиска, сбора, передачи, хранения, накопления, тиражирование информации, процедуры доступа к ней.

Слово «технология» происходит от греческих слов techne – искусство, мастерство, умение и logos – понятие, учение. Первоначально это понятие использовалось в материальном производстве и широко употреблялось для обозначения науки или совокупности методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств и формы сырья, материала или полуфабриката. Например, технология литья металлов под давлением, химическая технология, технология укладки тротуарной плитки.

Особенностью ИТ является то, что в ней и предметом, и результатом действий выступает информация, а целью информационного технологического процесса – производство новой информации о состоянии информационного объекта. Слово «информация» происходит от латинского слова informatio – разъяснение, изложение, понятие. Термин «информация» – не синоним термина «данные». Все, что хранится, является данными, но оно становится информацией только тогда, когда оно будет осмысленным образом организовано и представлено. Большинство цифровых данных в мире не структурированы и хранятся в различных физических форматах. Хранилища данных начали создаваться в 1980-е гг. для интеграции этих разрозненных данных. Как правило, создаваемые хранилища содержат данные, извлеченные из различных источников таким образом, чтобы обеспечить функционирование систем поддержки принятия решений. ИТ является основным инструментом, с помощью которого производится сбор, обработка и преобразование данных в информацию для анализа человеком и принятия решения по выполнению каких-либо действий.

Если целью технологии материального производства является выпуск продукции, удовлетворяющей потребности человека, то цель информационной технологии – получение информации, необходимой человеку для принятия решения при выполнении некоторого действия. Известно, что в сфере ма-

териального производства, применяя разные технологии к одному и тому же материальному ресурсу, можно получать разные продукты. Точно так же в информационной сфере, применяя разные технологии переработки информации к одним и тем же данным, можно получать информацию разного типа.

История развития ИТ

В широком понимании ИТ включает все методы создания, передачи, хранения и восприятия информации, исходя из этого можно считать, что история развития информационных технологий получила свое начало с появлением речи. В этот период передача информации производилась «из уст в уста». Более широкие возможности для хранения, извлечения, передачи и обработки информации появились после возникновения письменности, с тех пор как шумеры в Месопотамии разработали письмо примерно в 3000 г. до н. э.

Технологии хранения и обработки информации совершенствовались с эволюционным развитием общества и производства. Если в качестве характеристики развития информационной технологии выбрать ее инструментарий, т. е. инструменты, с помощью которых проводится обработка информации, то можно выделить следующие эволюционные этапы ее развития, смена которых определялась научно-техническим прогрессом, появлением новых технических средств переработки информации:

домеханический (3000 г. до н. э. – 1450 г. н. э.) («ручной»), когда инструментарием технологии служили перо, тетрадь, книга, почта, счеты, а коммуникации осуществлялись путем доставки конной почтой писем, депеш;

механический (1450–1840 гг.), когда инструментарием ИТ были телеграф, арифмометр, пишущая машинка, книгопечатание;

электромеханический (1840–1940 гг.), когда инструментарий ИТ пополнился пишущей машинкой, радио, телефоном, магнитофоном, кинематографом, счетными машинами (типа «Феликс»);

электронный (с 1940 г.), когда основным инструментарием ИТ стали телекоммуникационные средства связи, электронные вычислительные машины и создаваемые на их основе информационно-поисковые системы, автоматизированные системы управления и специализированные программные комплексы для информационных систем в разных сферах науки, производства и общественной жизни.

Современная информационная технология

В современном обществе основным техническим средством ИТ стал персональный компьютер и телекоммуникационные средства связи, которые повлияли не только на характер построения и использования технологических процессов, но и на качество получаемой информации. Их внедрение во все сферы жизни человеческого общества определило новый этап развития ин-

формационной технологии. Для того, чтобы подчеркнуть особенность современной информационной технологии, отличающую ее от ИТ прежних этапов развития, ее часто называют «новой ИТ» (НИТ) или «компьютерной ИТ» (КИТ), подчеркивая, что основным техническим средством реализации информационной технологии является компьютер с широким использованием программных продуктов разного назначения. Слово «новая» подчеркивает новаторский, а не эволюционный характер этой технологии.

В НИТ происходит постепенное слияние классических информационных технологий, связанных с использованием вычислительной техники для обработки и хранения информации, с коммуникативной функцией ИТ. Новая информационная технология – это ИТ с «дружественным» интерфейсом работы пользователей, которая использует персональные компьютеры, глобальные и локальные компьютерные сети. Характерные черты НИТ:

интерактивный режим работы пользователя с компьютером;

«дружественность» интерфейсов операционных систем и другого программного обеспечения, позволяющая работать пользователям без специальной профессиональной подготовки;

интегрированность разных программных средств;

гибкость архитектуры, обеспечивающая ее адаптивность к разнообразным сферам применения: в управлении, науке, образовании, в быту;

широкое использование глобальных и локальных компьютерных сетей;

высокая надежность программного обеспечения (значительное время наработки на отказ).

На этом этапе происходит процесс персонализации систем автоматического управления, создания систем поддержки принятия решений. Появляются встроенные средства анализа и интеллекта для разных уровней управления, реализуются на персональном компьютере и используют телекоммуникации. ИТ становятся источником информации на всех уровнях организации любого профиля: информационные технологии применяются при производстве и сбыте продукции, планировании, учете и анализе результатов хозяйственной деятельности, принятии решений на разных уровнях управления. НИТ можно рассматривать как совокупность методов, производственных процессов и программно-технических средств, объединенных в технологическую цепочку, которая обеспечивает выполнение информационных запросов с целью повышения надежности и оперативности, а также снижения трудоемкости использования информационных ресурсов.

Информационная технология и информационная система

Понятие ИТ тесно связано с понятием информационной системы, которая является для информационной технологии основной средой. Под информационной системой (ИС) понимается взаимосвязанная совокупность средств и методов, используемых для сбора, хранения, обработки и выдачи информа-

ции, направленных для достижения некоторой цели. Современное понимание ИС предполагает использование в качестве основного технического средства переработки информации персонального компьютера. Первые информационные системы появились в 1950-е гг. Они были предназначены для обработки счетов, расчета заработных плат и реализовывались на электромеханических бухгалтерских счетных машинах. А к концу 1980-х гг. ИС становятся источником информации на всех уровнях организации любого профиля: информационные системы используются при производстве и сбыте продукции, планировании, учете и анализе результатов хозяйственной деятельности, принятии решений на разных уровнях управления. Хотя на первый взгляд определения ИТ и ИС кажутся идентичными, однако они служат для выполнения разных функций, взаимно дополняя друг друга.

Информационная технология является процессом, который состоит в выполнении операций и действий над данными. Основная цель ИТ заключатся в получении путем целенаправленных действий по переработке данных как первичной информации новой информации, на основе которой вырабатываются управленческие решения.

ИС представляет собой человеко-компьютерную систему хранения и обработки информации и служит для ИТ средой, которая состоит из компьютеров и компьютерных сетей, баз данных, программных комплексов, технических и программных средств связи, людей. Основная цель информационной системы состоит в организации хранения, обработки и передачи информации.

Реализация функций ИС невозможна без знания ориентированной на нее информационной технологии. ИТ, в свою очередь, реализуется в среде информационной системы, и ее основная цель достигается за счет интеграции первичной информации; обеспечения актуальности и непротиворечивости данных и использования современных технических и информационно-вычислительных средств. В то же время информационная технология может существовать и вне сферы ИС, отражая современное представление о процессах преобразования информации в информационном обществе. Таким образом, информационная технология является более емким понятием, чем информационная система.

Основные типы информационных технологий

Основные виды информационных технологий:

1. Информационная технология обработки данных предназначена для автоматизации рутинных, часто повторяющихся операций управленческого труда, применяется для решения задач, для которых имеются исходные данные и известны процедуры их обработки. К таким задачам относятся обработка данных об операциях, производимых фирмой, составление отчетов о состоянии дел, получение ответов на запросы, бумажных документов и отчетов.

2. Информационная технология управления предназначена для информационного обслуживания сотрудников (организаций и предприятий), связан-

ных с принятием управленческих решений. Информация представляется в агрегированном виде так, чтобы просматривались тенденции изменения данных, причины возникших отклонений и возможные решения. На этом этапе решаются задачи оценки планируемого состояния объекта управления, отклонения от планируемого состояния; выявления причин отклонения и анализа возможных решений. Информация обычно представляется в виде управленческих отчетов, содержащих сведения о состоянии дел организации или предприятия в прошлом, настоящем и возможном будущем.

3. Информационная технология автоматизированного офиса дополняет традиционную систему взаимосвязей персонала организаций и предназначена для поддержки коммуникационных процессов как внутри организации, так и с внешней средой на базе компьютерных сетей и средств передачи информации. В настоящее время известны десятки программных продуктов для компьютеров, обеспечивающих технологию автоматизации офиса: текстовый и табличный процессоры, электронная почта и календарь, аудиопочта, телеконференции, видеотекст, средства хранения изображений, а также специализированные программы управленческой деятельности: ведения документов, контроля за исполнением приказов и т. д.

4. Информационная технология поддержки принятия решений предназначена для выработки управленческих решений, принимаемых в результате итерационного процесса, в котором участвуют система поддержки принятия решений (вычислительное звено и объект управления) и человек (управляющее звено, задающее входные данные и оценивающее полученный результат). Первая система поддержки принятия решений и соответствующая технология появились в США в конце 1970-х – начале 1980-х гг. с распространением компьютеров, появлением пакетов прикладных программ и созданием систем искусственного интеллекта. В состав системы поддержки принятия решений входят три основных компонента:

база данных и система управления базой данных, содержащие данные не только о работе организации, но и о конкурентах, национальной и мировой экономике;

база моделей и система управления базой моделей, которые отражают описание и оптимизацию некоторого объекта или процесса, базируются на математической интерпретации проблемы и позволяют извлечь из имеющихся данных информацию, полезную для принятия решения;

система управления интерфейсом между компьютером и человеком.

5. Информационная технология экспертных систем основана на использовании искусственного интеллекта, под которым понимают способность компьютерной системы к интеллектуальным действиям, связанным с мышлением. Технология экспертных систем получает знания от эксперта (специалиста в рассматриваемой области знаний) и трансформирует их в форму эвристических правил. Экспертные системы позволяют пользователю получать кон-

сультации по тем проблемам, по которым в системе накоплены знания путем вывода новых знаний из уже имеющихся. Основными компонентами информационная технология экспертных систем являются:

интерфейс пользователя для ввода запросов в экспертную систему и получения ответов (в том числе и развернутых);

база знаний (включая базу данных), содержащая факты и их взаимосвязи, описывающие проблемную область, а также правила вывода новых знаний из уже имеющихся;

интерпретатор, производящий обработку знаний;

оболочка экспертной системы, представляющая программную среду, способную приспосабливаться к решению заданной проблемы путем создания соответствующей базы знаний.

Инструментарий информационной технологии

Инструментарием ИТ служит один или несколько взаимосвязанных программных продуктов для определенного компьютера, технология работы, с помощью которых пользователь достигает поставленной цели. В качестве инструментария информационной технологии можно использовать распространенные виды программных средств, такие как текстовые процессоры (редакторы), электронные таблицы, настольные издательские системы, системы управления базами данных, электронные календари и записные книжки, информационные системы функционального назначения (финансовые, бухгалтерские, для маркетинга и др.), экспертные системы и т. д.

Проблемы использования ИТ

Основной проблемой жизнедеятельности новых ИТ является их быстрое устаревание и эволюция. Например, на смену пакетной обработке программ на ЭВМ, организуемой на вычислительном центре, пришла технология работы на ПК на рабочем месте пользователя. Первой исторически сложившейся технологией была централизованная обработка информации на ЭВМ вычислительных центров. Создавались крупные вычислительные центры коллективного пользования, достоинствами которых были возможность обработки больших массивов информации и легкость принятия решения за счет централизации, а недостаток заключался в ограничении возможностей пользователя для оперативного получения и использования информации.

Децентрализованная обработка информации связана с появлением в 1980-е гг. ПК и развитием сети телекоммуникаций. Обработка информации в местах ее непосредственного возникновения и использования позволяет ликвидировать промежуточные звенья при общении человека с ЭВМ. В результате все технологические процедуры, начиная от ввода информации и заканчивая получением выходных данных, могли выполняться непосредственно на рабочих местах пользователей.

Классификация информационных технологий

В основу классификации ИТ могут быть положены разные классификационные признаки, которые позволяют выделить отдельные группы информационных технологий. Чаще всего используется деление множества ИТ по следующим признакам.

1. По назначению и характеру использования ИТ делятся на обеспечивающие и функциональные. Обеспечивающие информационные технологии используются как инструментарий в различных предметных областях для решения широкого круга задач с различными типами информации. К ним относятся технологии текстовой и табличной обработки, работы с базами данных, мультимедийными объектами, технологии распознавания символов, защиты информации, разработки программного обеспечения, телекоммуникационные технологии и т. д.

Функциональные ИТ реализуют типовые процедуры обработки информации в определенных предметных областях. Они предназначены для решения задач автоматизации деятельности специалистов конкретной области производства, экономики или социальной жизни и строятся на основе обеспечивающих информационных технологий.

2. По видам обрабатываемой информации различают ИТ, обрабатывающие:

текстовые данные с помощью текстового процессора;

графические изображения с помощью графических процессоров;

мультимедийные данные;

данные с помощью систем управления баз данных;

знания с помощью экспортных систем.

3. По пользовательскому интерфейсу (возможности доступа пользователя к информационным и вычислительным ресурсам в процессе обработки информации) выделяются:

пакетные ИТ, характеризующиеся выполнением операций обработки информации в заранее определенной последовательности без вмешательства пользователя (формирование отчетности, электронная почта);

диалоговые информационные технологии, предоставляющие пользователю возможность в режиме реального времени и предполагающие активное участие пользователя в процессе обработки и анализа информации, выработки управляющих воздействий;

сетевые ИТ, обеспечивающие доступ пользователя к территориально распределенным информационным и вычислительным ресурсам с помощью специальных средств для использования данных, накопленных на рабочих местах других пользователей, перераспределения вычислительных мощностей между процессами, а также для совместного решения одной и той же задачи несколькими пользователями.

4. По способу организации сетевого взаимодействия выделяют ИТ на базе:

локальных вычислительных сетей (LAN – Local Area Network), покрывающих относительно небольшую территорию (дом, фирму, институт, предприятие);

региональных вычислительных сетей (MAN – Metropoliten Area Network), обслуживающих обширные территории типа города, крупного производственного объединения;

глобальных вычислительных сетей (WAN – Wide Area Network), объединяющих территориально рассредоточенные компьютеры и сети городов и стран.

5. По характеру участия технических средств в диалоге с пользователем ИТ делятся на:

информационно-справочные (пассивные) технологии, которые используются только для сбора и обработки информации об управляемом объекте и предоставляют информацию после получения запроса от пользователя;

информационно-советующие (активные) технологии, которые наряду со сбором и обработкой информации выполняют функции определения рационального технологического режима функционирования по отдельным технологическим параметрам процесса и определения управляющих воздействий по всем или отдельным управляемым параметрам процесса, сами выдают абоненту предназначенную для него информацию периодически или через определенные промежутки времени.

6. По обслуживаемым предметным областям информационные технологии подразделяются в соответствии с характером решаемых задач:

ИТ в бухгалтерском учете;

ИТ в банковской деятельности;

ИТ в налоговой деятельности;

ИТ в страховой деятельности;

ИТ в статистической деятельности;

ИТ в офисе;

ИТ АСУ предприятий;

ИТ в управлении технологией промышленного производства и т. д.

Роль ИТ в развитии экономики и общества

Можно выделить следующие основные направления, по которым информационная технология оказывает непосредственное влияние на развитие экономики и общества:

ИТ способствуют активизации и эффективному использованию информационных ресурсов общества (научных знаний, открытий, изобретений, технологий), которые в настоящее время являются наиболее важным стратегическим фактором его развития;

ИТ позволяют оптимизировать и автоматизировать информационные процессы, способствуя развитию цивилизации в направлении становления информационного общества, в котором объектами и результатами труда боль-

шинства занятого населения становятся уже не материальные ценности, а, главным образом, информация и научные знания;

ИТ выступают в качестве компонентов производственных или социальных технологий, которые выполняют их «интеллектуальные» функции и реализуются в виде систем автоматизированного проектирования промышленных изделий, гибких автоматизированных и роботизированных производств, автоматизированных систем управления технологическими процессами и т. д.;

ИТ играют исключительно важную роль в обеспечении информационного взаимодействия между людьми, а также в СМИ, дополняя в социальной сфере традиционные средства связи (телефон, радио, телевидение) системами электронных телекоммуникаций, электронной почты, социальными сетями и др.;

ИТ занимают в настоящее время центральное место в процессе интеллектуализации общества, развития системы образования и культуры, дополняя традиционные средства школьного и высшего образования обучающими информационными и мультимедийными технологиями;

ИТ являются основным компонентом в процессах получения и накопления, классификации и распространения новых знаний;

ИТ может существенно помочь при решении проблемы преодоления переживаемого мировым сообществом глобального кризиса цивилизации, позволяя в ряде случаев прогнозировать многие кризисные ситуации в районах экологического бедствия, природных катастроф и крупных техногенных аварий, представляющих повышенную опасность для общества.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И РЕСУРСЫ

Р. Б. Григянец, В. Н. Венгеров

Люди непрерывно накапливают данные и знания. «Data and knowlegment mining», т. е. добыча данных и знаний является основной задачей любого человека. Проблема состоит в том, чтобы все это обработать и использовать. Для этого и предназначены информационные системы.

Информационная система (ИС) – это система для хранения, поиска и обработки информации, а также соответствующие организационные ресурсы (человеческие, технические, финансовые и т. д.). Предназначена для удовлетворения конкретных информационных потребностей пользователей в рамках определенной предметной области, при этом результатом функционирования ИС является информационная продукция – документы, информационные массивы, базы данных и информационные услуги.

Компоненты ИС – данные, техническое и программное обеспечение, а также персонал. Таким образом, ИС – это взаимосвязанная совокупность информационных, лингвистических, технических, программных, математических, технологических, организационно-правовых средств и персонала, предназначенная для сбора, обработки, хранения и выдачи информации. Основными компонентами ИС являются данные, программное и аппаратное обеспечение.

В истории компьютерной (электронной) индустрии можно было выделить два основных направления использования компьютеров: вычисления, а также накопление, хранение и обработка информации.

Возникновение компьютеров было обусловлено необходимостью проведения расчетов для создания ядерного оружия и ракетной техники, объемы требуемых вычислений для которых не позволяли произвести их традиционными методами. Первыми пользователями компьютеров и разработчиками программ стали математики, занимавшиеся разработкой численных методов решения задач.

В бизнесе, экономике и производстве основной проблемой всегда являлись объемы информации, которую необходимо собирать, хранить и оперативно обрабатывать. Для решения названной выше проблемы и были созданы ИС в виде автоматизированных систем управления предприятиями, технологическими процессами, отраслями, территориями.

В зависимости от конкретной области применения ИС могут очень сильно различаться по своим функциям, архитектуре, реализации. Общей для всех информационных систем является их функции сбора, хранения и обработки информации. Поэтому в основе любой ИС лежит система и среда хранения и доступа к данным, которые должны обеспечивать должный уровень надежности хранения и эффективности доступа. Кроме того, ИС ориентируются на конечного пользователя, не подготовленного в области компьютеризации, поэтому должны обладать простым, удобным и легко осваиваемым интерфейсом.

Конкретные задачи, которые решаются ИС, зависят от прикладной области, для которой она предназначена. Области применения информационных систем: банковское дело, медицина, транспорт, образование и др. Во всех отраслях экономики невозможно обойтись без использования ИС. Однако задачи, решаемые, к примеру, банковскими информационными системами, коренным образом отличаются от задач, решаемых медицинскими ИС.

Правила создания и использования ИС во всех развитых странах устанавливаются законодательно. В нашем государстве таким нормативным актом является Закон Республики Беларусь от 10.11.2008 г. № 455-З «Об информации, информатизации и защите информации», в соответствии с которым под информационной системой понимается «совокупность банков данных, информационных технологий и комплекса (комплексов) программно-технических средств».

ИС по законодательству Российской Федерации – это совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств. Российский стандарт ГОСТ РВ 51987 определяет ИС как «автоматизированную систему, результатом функционирования которой является представление выходной информации для последующего использования».

Информационные системы в Беларуси разделяют на государственные и негосударственные. Государственные ИС создаются в целях предоставления общедоступной информации, обеспечения ее объективности, полноты и достоверности, оказания информационных услуг, оптимизации деятельности государственных органов и обеспечения информационного обмена между ними. Негосударственные ИС создаются физическими и юридическими лицами в целях удовлетворения своих информационных потребностей и (или) оказания информационных услуг.

Государственная регистрация ИС проводится в целях создания единой системы учета информационных систем, обеспечения их сохранности, а также информирования государственных органов, физических и юридических лиц об ИС. Осуществляется Министерством связи и информатизации Республики Беларусь путем внесения сведений об ИС в Государственный регистр информационных систем и выдачи соответствующего свидетельства. Государственной регистрации подлежат государственные ИС, негосударственные ИС регистрируются на добровольной основе.

Для реализации современных информационных систем используются базы данных и системы управления базами данных. В связи с этим ИС может обозначаться термином «система баз данных».

Информация, распространение и (или) предоставление которой ограничено, не отнесенная к государственным секретам, должна обрабатываться в ИС с применением аттестованной системы защиты информации. Не допускается эксплуатация государственных информационных систем без реализации мер по защите информации. Обеспечение целостности и сохранности информации в государственных ИС осуществляется путем установления и соблюдения единых требований по защите информации от неправомерного доступа, уничтожения, модификации (изменения) и блокирования правомерного доступа к ней, в том числе при осуществлении доступа к информационным сетям.

Информационные ресурсы (ИР) – это совокупность данных, организованных для эффективного доступа к ним и получения достоверной информации в самых разных областях знаний и практической деятельности. Такие данные обычно хранятся на материальных носителях компьютеров или в архивах (депозитариях) бумажных документов (библиотеках, журналах, книгах, сборниках отчетов и т. п.), имеют свои наименования и другие обозначения (реквизиты), позволяющие их однозначно распознать (идентифицировать).

Правила создания и использования ИР во всех развитых странах устанавливаются законодательно. Как и для ИС, в нашем государстве таким нормативным актом является Закон Республики Беларусь от 10.11.2008 г. № 455-З «Об информации, информатизации и защите информации», в соответствии с которым под информационным ресурсом понимается «организованная совокупность документированной информации, включающая базы данных, другие совокупности взаимосвязанной информации в информационных системах». ИР обычно рассматриваются как объект права собственности.

Информационные ресурсы по законодательству России – это «отдельные документы и отдельные массивы документов, документы и массивы документов в информационных системах: библиотеках, архивах, фондах, банках данных, других видах информационных систем».

ИР в Беларуси подразделяются на государственные (подлежащие обязательной регистрации) и негосударственные. Государственные информационные ресурсы формируются или приобретаются за счет средств республиканского или местных бюджетов, государственных внебюджетных фондов, а также средств государственных юридических лиц. Порядок формирования негосударственных ИР определяется их собственниками.

Государственная регистрация ИР осуществляется в целях создания единой системы их учета и сохранности, создания условий для их передачи на государственное архивное хранение, информирования государственных органов, физических и юридических лиц о составе и содержании информационных ресурсов в стране. Регистрацию ИР с выдачей свидетельства осуществляет Министерство связи и информатизации Республики Беларусь путем внесения сведений в Государственный регистр информационных ресурсов. Негосударственные ИР регистрируются на добровольной основе.

Как элемент состава имущества ИР находятся в собственности граждан, органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций и общественных объединений.

Понятие информационного ресурса достаточно многопланово и включает в себя все многообразие документов на традиционных и нетрадиционных носителях.

В информационном обществе приоритетными становятся не традиционные виды ресурсов (материальные, природные, трудовые, финансовые, энергетические и т. д.), а ИР, которые все более приобретают первостепенную значимость. Со временем значимость ИР возрастает, и они становятся товаром, совокупная стоимость которого сопоставима со стоимостью традиционных материальных ресурсов, а иногда и превосходит ее.

В современном мире объем информации увеличивается лавинообразно. Все труднее становится выбрать из нее ту, которая наилучшим образом отвечает существующему запросу. Крупнейшим средством хранения ИР и организации доступа к ним на сегодняшний день является всемирная компьютерная

сеть Интернет, которая предоставляет по запросу варианты нужных пользователю ИР определенной тематики, хранящихся в его огромных хранилищах по всему миру. Отдельным информационным ресурсом в Интернете обычно является сайт или несколько сайтов, активно работающих с гипертекстовыми документами.

Сегодня ИР создаются в основном в электронном (цифровом) виде.

Актуальной и очень серьезной проблемой в современном мире является защита ИР от несанкционированного доступа, порчи или уничтожения, которая представляет собой комплекс правовых, организационных и технических мер, направленных на обеспечение их конфиденциальности, целостности, подлинности, доступности и сохранности.

БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ

В. Н. Венгеров

В современном мире большие данные (big data) – это социально-экономический феномен, который связан с тем, что появились новые технологические возможности для анализа огромного количества данных. Возникновению явления big data мы обязаны увеличению емкости компьютерных дисков и дисковых массивов, повышению скорости интерфейсов, а также росту производительности процессоров и увеличению объемов оперативной памяти компьютеров.

Введение термина «большие данные» связывают с К. Линчем, редактором журнала Nature, подготовившим в сентябре 2008 г. специальный выпуск с материалами о феномене взрывного роста объемов и многообразия обрабатываемых данных, а также технологиях их обработки.

Большие данные – это обозначение совокупности структурированных и неструктурированных данных (информации) сверхбольших объемов и широкого многообразия.

Термин может означать как характеристику набора данных, так и совокупность технологий для их обработки.

Структурированные данные – это данные, упорядоченные определенным образом и организованные с целью обеспечения возможности применения к ним некоторых действий. Это основная форма представления информации в базах данных. Они обычно собраны в единую таблицу в формате MS Excel, текстовые файлы с разделителями или в набор таблиц реляционной системы управления базами данных (СУБД). Большие данные структурируют, чтобы

быстрее извлекать нужную информацию и оперативно выдавать точный результат. Такое объединение технологий big data и хранилищ помогает оптимизировать работу с редко используемой информацией.

Под неструктурированными данными понимается информация, которая либо не имеет заранее определенной структуры данных, либо не организована в установленном порядке. Они, как правило, представлены в форме текста, который может содержать такие данные, как даты, цифры и факты. Примеры неструктурированных данных: электронная почта, информация из социальных сетей, файлы видео- и аудиоизображений, данные GPS, спутниковые изображения, электронные письма, веб-приложения, документы в формате .PDF и т. п. Такое разнообразие неструктурированных данных приводит к проблемам в хранении, добыче и анализе: пользователи далеко не всегда уверены, что работают с подходящими данными.

Часто используется характеристика big data, данная исследовательской компанией Gartner: «Большие данные характеризуются объемом, разнообразием и скоростью, с которой структурированные и неструктурированные данные поступают по сетям передачи в процессоры и хранилища, наряду с процессами преобразования этих данных в ценную для бизнеса информацию».

Примеры big data:

1. В базы данных Facebook ежедневно загружается 500 терабайт новых данных, генерируются в основном из-за загрузок фото и видео на серверы социальной сети, обмена сообщениями, комментариями под постами и т. д.

2. Реактивный двигатель генерирует 10 терабайт данных каждые 30 минут во время полета. Так как ежедневно совершаются тысячи перелетов, то объем данных достигает петабайт.

3. Большие данные в торговле могут состоять из различных сведений о потребителях, истории их покупок, детальной информации с каждого чека, привлекших внимание скидках, фактов посещении разных магазинов и т. д. Банки и страховые компании также обладают возможностью собирать информацию о клиентах, их действиях, финансовых транзакциях и даже перемещениях как по городу, так и по миру. Банк может определить даты важных событий в жизни своих клиентов – свадьба, рождение ребенка, смена работы, переезд и т. д. Эти сведения можно использовать для увеличения продаж и работы над лояльностью клиентов.

4. В телекоммуникациях большие данные – это вся служебная информация с подключенных устройств, история использования сервисов, геолокационные сведения и даже весь трафик, который может быть проанализирован, вплоть до текстов SMS.

Обработка больших данных эффективно ведется специальными горизонтально масштабируемыми программными инструментами, появившимися в конце 2000-х гг. Такие инструменты являются альтернативой реляционным СУБД и другим традиционным средствам обработки информации. Горизон-

тальное масштабирование – это разбиение системы на более мелкие структурные компоненты и разнесение их по отдельным физическим машинам (или их группам) и (или) увеличение количества серверов, параллельно выполняющих одну и ту же функцию. Масштабируемость обеспечивает обработку данных, распределенных на сотни и тысячи вычислительных узлов, без потери производительности. При этом, кроме рассматриваемых большинством аналитиков технологий NoSQL, MapReduce, R, Hadoop, в контекст применимости для обработки больших данных включаются также технологии Business Intelligence и усовершенствованные реляционные системы управления базами данных с поддержкой языка SQL.

В качестве определяющих характеристик для больших данных традиционно выделяют «три V»:

объем (volume) – в смысле величины физического объема; нарастающее количество данных, создаваемых как людьми, так и машинами, предъявляет к ИТ-инфраструктуре новые требования в отношении хранения, обработки и предоставления доступа;

скорость (velocity), под которой понимается не только скорость поступления данных в архив, но и скорость, с которой важная информация из этих данных извлекается;

многообразие (variety) – данные содержат разнообразную информацию, представленную разными структурами; со всем этим – от логов доступа к веб-серверу до операций по кредитным картам, от результатов научных экспериментов до фотографий и видео – необходимо уметь работать.

В дальнейшем появились интерпретации:

с четырьмя V (добавляли veracity – достоверность) – использовалась обычно в рекламных материалах;

пятью V (viability – жизнеспособность);

шестью V (value – ценность); большие объемы данных – это ценный ресурс, но еще ценнее он становится, если позволяет отвечать на насущные вопросы или вопросы, которые могут возникнуть в будущем;

семью V (variability – переменчивость);

восемью V (visualization – визуализация).

Во всех случаях в этих признаках подчеркивается, что определяющей характеристикой для больших данных является не только их физический объем, но другие категории, существенные для представления о сложности задачи обработки и анализа данных.

Так сложилось, что инструменты обработки данных, существовавшие до недавнего времени, оказались не способны справиться с большими объемами.

До определенного момента практически единственным способом хранения и обработки данных являлась какая-нибудь реляционная СУБД. Но с увеличением объемов появились проблемы, с которыми классическая реляционная архитектура не справлялась, поэтому пришлось придумывать новые решения.

Большие данные хотя и существуют уже несколько лет, ранее не представляли большой ценности, так как их обработка и анализ были затруднены – для этого требовались существенные вычислительные мощности, продолжительное время и финансовые затраты. Все изменилось, когда появилась технология обработки многогигабайтных массивов информации в быстрой оперативной памяти. Прорыв в этой области связывают с выходом на рынок свободно распространяемой платформы Hadoop, включающей библиотеки, утилиты и фреймворки для работы с big data. Компоненты Hadoop используются сегодня в большинстве коммерческих платформ и систем таких компаний, как SAP, Oracle, IBM.

С точки зрения информационных технологий в совокупность подходов и инструментов изначально включались средства массово параллельной обработки неопределенно структурированных данных, прежде всего системами управления базами данных категории NoSQL, алгоритмами MapReduce и реализующими их программными средствами.

Методы и техники анализа, применимые к большим данным, достаточно разнообразны и включают:

методы класса data mining: обучение ассоциативным правилам, классификация, кластерный анализ, регрессионный анализ;

краудсорсинг – категоризация и сбор данных силами широкого, неопределенного круга лиц; методы, привлекающие людей-экспертов;

смешение и интеграцию данных – набор технологий, позволяющих интегрировать разнородные данные из разнообразных источников для возможности глубинного анализа (примеры – цифровая обработка сигналов и обработка естественного языка);

машинное обучение, включая обучение с учителем и без него, а также использование моделей, построенных на базе статистического анализа;

искусственные нейронные сети (модели, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей), сетевой анализ, оптимизация;

распознавание образов;

прогнозную аналитику;

имитационное моделирование;

пространственный анализ – класс методов, использующих топологическую, геометрическую и географическую информацию в данных;

статистический анализ;

визуализацию аналитических данных – представление информации в виде рисунков, диаграмм с использованием интерактивных возможностей и анимации. Для визуализации результатов применяются как известные методы, например облака тегов, так и совсем новые – Clustergram, History Flow и Spatial Information Flow.

Гигантские объемы данных в сочетании с высокой скоростью их обработки, отличающие аналитику больших данных от других приложений, требуют соответствующих компьютеров и периферийных устройств. Сегодня практически все основные производители предлагают специализированные программно-аппаратные комплексы: SAP HANA, Oracle Big Data Appliance, Oracle Exadata Database Machine и Oracle Exalytics Business Machine, Teradata Extreme Perfomance Appliance, NetApp E-Series Storage Techno-logy, IBM Netezza Data Appliance, EMC Greenplum, Vertica Analytics Platform на базе HP Converged Infrastructure. Данные комплексы поставляются как готовые к установке в центры обработки данных телекоммуникационные шкафы, содержащие кластер серверов и управляющее программное обеспечение для массово-параллельной обработки.

Аппаратные решения для резидентных вычислений, прежде всего для баз данных и аналитики в оперативной памяти (предлагаются аппаратно-программными комплексами HANA (компания SAP) и Exalytics (компании Oracle и Essbase), также иногда относят к решениям из области больших данных, несмотря на то что такая обработка изначально не является массово-параллельной, а объемы оперативной памяти одного узла ограничиваются несколькими терабайтами.

Кроме того, иногда к решениям для больших данных относят и аппаратно-программные комплексы на основе традиционных реляционных систем управления базами данных Netezza, Teradata, Exadata как способные эффективно обрабатывать терабайты и эксабайты структурированной информации, решая задачи быстрой поисковой и аналитической обработки огромных объемов структурированных данных.

Применительно к сбору, накоплению, обработке и хранению данных термин big data используется для обозначения, во-первых, огромных объемов разнообразной информации, во-вторых, технологий сбора, накопления, обработки и хранения, которые признаются альтернативой системам управления базами данных. Применительно к аналитике больших данных термин big data употребляется обычно для обозначения именно алгоритмов (всевозможных технических решений), тогда как объемы данных уходят на второй план.

Большие данные – это не спекулятивные размышления, а символ происходящей технической революции. Необходимость аналитической работы с большими данными заметно изменит лицо ИТ-индустрии и стимулирует появление новых программных и аппаратных платформ.

CALS-ERP-ТЕХНОЛОГИИ И ИНДУСТРИЯ 4.0

Н. П. Муха

Бурное развитие информационных технологий фундаментально изменило природу глобальных взаимоотношений между субъектами экономики, обеспечило появление новых возможностей для конкуренции, экономического и социального развития стран во всем мире. Такие технологии, как Интернет, персональные компьютеры и беспроводные сети, превратили информацию в основной ресурс развития общества, создав предпосылки для доминирующего положения информационного сектора в экономике.

Производство и переработка информации ставятся на промышленную основу, резко повышая производительность интеллектуального труда. Уровень развития информационного общества определяется не только объемом информационных ресурсов, но и интенсивностью их использования в соответствии с потребностями общества. При этом использование информационных ресурсов в производственной деятельности предприятий должно идти опережающими темпами, так как именно в промышленности рождается основная прибавочная стоимость, что определяет в целом экономический рост.

Усиление интеграционных процессов в мировой экономике вовлекает в сферу интересов предприятия деловых партнеров, клиентов, инвесторов. Поэтому важно применять современные технологии управления, обеспечивающие рентабельное использование как внутренних, так и внешних ресурсов. Будущее за технологиями, которые объединяют людей, информацию и бизнес-процессы для эффективного управления всеми сферами деятельности предприятия. На таких принципах строиться CALS-технология.

CALS-технология – это организация производства новой продукции на базе электронной модели изделия (ЭМИ) и сквозных компьютерных технологий, охватывающих процессы жизненного цикла (ЖЦ) изделия от разработки дизайна, проектирования и запуска в производство до сбыта и сопровождения его эксплуатации, включая утилизацию после завершения эксплуатации.

В основе CALS-технологии лежат международные стандарты, определяющие правила обмена информацией на всех этапах ЖЦ изделия. Эти стандарты определяют прежде всего архитектуру интегрированной информационной системы (ИИС) для обмена проектными и производственными данными (рис. 1) как между подразделениями предприятия, так и между предприятиями в рамках экономической кооперации. Идеи CALS-технологии были продиктованы

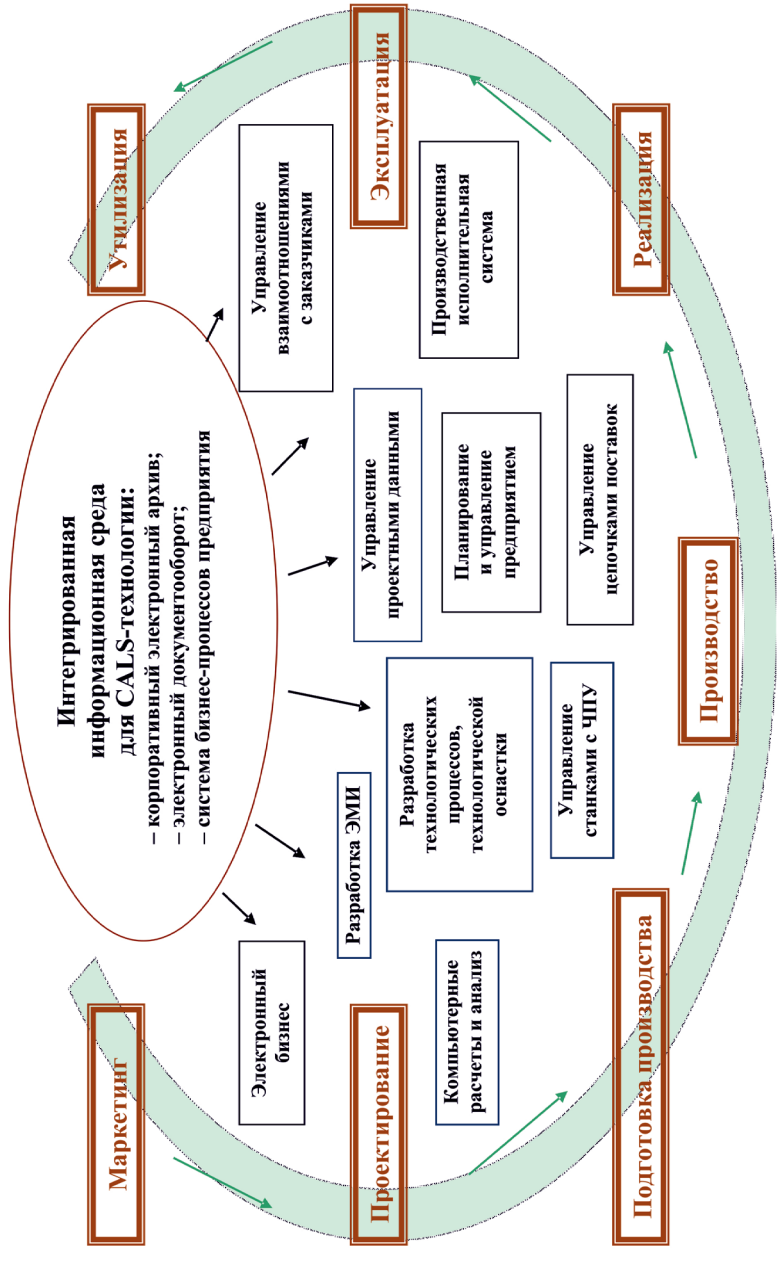


Рис. 1. Этапы ЖЦ изделия и системы его автоматизации

необходимостью сокращения времени выпуска на рынок новых изделий. История их возникновения достаточно полно представлена в работах [1–3].

В основе CALS-технологии лежит процессный подход к компьютеризации предприятия. Это означает компьютерное моделирование процессов проектирования и производства, обеспечение информационной и программной поддержки этих процессов, электронное сопровождение процессов на основе электронного. При этом надо иметь в виду, что эффективность функционирования процесса определяется прежде всего составом компонентов, участвующих в процессе, и соответствующей системой управления ими.

Речь идет в первую очередь о системах, обеспечивающих управление электронным техническим документооборотом, потоками работ (workflow-системы) и создающих информационную технологию управления предприятием на основе системы регламентированных бизнес-процессов, охватывающих все сферы деятельности предприятия. Главное отличие таких компьютерных систем состоит в том, что они не автоматизируют отдельные виды работ, функций и задач, а позволяют описать процессы (проектирования, производства, снабжения, сбыта, обслуживания и пр.), поддержать взаимодействие участников процессов, обеспечить контроль за функционированием процессов.

Системы, поддерживающие процессы разработки и постановки на производство новых изделий, относят к классу PLM-систем (Product Lifecycle Management – управление жизненным циклом продукта). Этот класс систем охватывает следующие области: CAD-системы (Computer Aided Design – компьютерная поддержка проектирования); CAE-системы (Computer Aided Engineering – компьютерная поддержка инженерных расчетов); CAM-системы (Computer Aided Manufacturing – компьютерная поддержка изготовления); CAPP-системы (Computer Aided Process Planning – компьютерная поддержка процессов планирования); CNC-системы (Computer Numerical Control – компьютерное числовое управление); PDM-системы (Product Data Management – управление данными об изделии).

Поддержка процессов управления материальными ресурсами, финансовыми потоками, складским хозяйством, основными фондами, персоналом, планированием производства, сбытом и обслуживанием продукта относится к компетенции ERP-систем (Enterprise Resource Planning – управление ресурсами предприятия). В словаре основных терминов и определений международного сообщества APICS (American Production & Inventory Control Society – Американской ассоциации по управлению запасами и производству), термин «ERP-система» может употребляться в двух значениях. Во-первых, это информационная система для идентификации и планирования всех ресурсов предприятия, которые необходимы для осуществления продаж, производства, закупок и учета в процессе выполнения клиентских заказов.

Во-вторых, в более общем контексте это методология эффективного планирования и управления всеми ресурсами предприятия, которые необходимы для осуществления продаж, производства, закупок и учета при исполнении заказов клиентов в сферах производства, дистрибуции и оказания услуг.

Таким образом, термин ERP может означать не только информационную систему, но и соответствующую методологию управления, реализуемую и поддерживаемую этой информационной системой.

Большинство современных ERP-систем построены по модульному принципу, что дает пользователю возможность выбора и внедрения лишь тех модулей, которые ему действительно необходимы. Модули разных ERP-систем могут отличаться как по названиям, так и по содержанию. Тем не менее есть некоторый набор функций, который может считаться типовым для программных продуктов класса ERP. Такими типовыми функциями являются:

ведение конструкторских и технологических спецификаций. Такие спецификации определяют состав конечного изделия, а также материальные ресурсы и операции, необходимые для его изготовления (включая маршрутизацию);

управление спросом и формирование планов продаж и производства. Эти функции предназначены для прогноза спроса и планирования выпуска продукции;

планирование потребностей в материалах. Позволяют определить объемы различных видов материальных ресурсов (сырья, материалов, комплектующих), необходимых для выполнения производственного плана, а также сроки поставок, размеры партий и т. д.;

управление запасами и закупочной деятельностью. Позволяют организовать ведение договоров, реализовать схему централизованных закупок, обеспечить учет и оптимизацию складских запасов и т. д.;

планирование производственных мощностей. Эта функция позволяет контролировать наличие доступных мощностей и планировать их загрузку. Включает укрупненное планирование мощностей (для оценки реалистичности производственных планов) и более детальное планирование, вплоть до отдельных рабочих центров;

управление финансовыми ресурсами. В эту группу входят функции финансового учета, управленческого учета, а также оперативного управления финансами;

управление проектами. Обеспечивают планирование задач проекта и ресурсов, необходимых для их реализации.

Термин «планирование ресурсов предприятия» (ERP) произошел от словосочетания «планирование ресурсов производства» (MRP II), ранее звучавшего как «планирование материальных потребностей» (MRP). MRP перешло в ERP, когда маршрутизация (routings) стала основной частью архитектуры программного обеспечения, а планирование загрузки производственных мощ-

ностей стало его стандартной функцией. ERP-системы обычно управляют производством, транспортировкой, распространением товаров, учетом наличия товаров, отгрузкой, выставлением счетов-фактур и бухгалтерским учетом предприятия. Программное обеспечение класса ERP помогает контролировать многие виды экономической деятельности, включая продажи, маркетинг, доставку, составление накладных, производство, учет наличия товаров, контроль качества и управление трудовыми ресурсами.

Составными компонентами (частями) ERP-системы могут являться следующие классы систем: SCM (Supply Chain Management – управление цепочками поставок); SCP (Supply Chain Planning) – планирование цепочек поставок; CRM (Customer Relationship Management – управление взаимоотношениями с заказчиком); TQM (Total Quality Management – комплексное управление качеством); CPC (Collaborative Product Commerce – совместный электронный бизнес); HRM (Human Resource Management) – управление персоналом (кадрами); MES системы (Manufacturing Execution System – производственная исполнительная система).

Приведенная классификация систем весьма условна. Функции различных систем перекрываются, дополняют друг друга. Подобная классификация служит лишь для определения всех сфер производства, подлежащих автоматизации при освоении CALS-технологии. Перечисленные классы систем эффективно используются только при условии их тесной интеграции и поддержки обмена актуальной информацией.

В Беларуси в этом направлении также был предпринят ряд шагов. В 2001–2005 гг. была реализована по заказу Министерства промышленности Отраслевая научно-техническая программа «Компьютерные технологии проектирования и производства новой продукции». В 2005 г. была утверждена Государственная научно-техническая программа «Разработать и внедрить в промышленности технологии информационной поддержки жизненного цикла продукции на 2005–2010 гг.» (ГНТП «CALS-Технологии»), в подготовке и реализации которой принимали участие РУП «Минский тракторный завод», РУПП «Витязь», РУПП «Белорусский автомобильный завод», Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Белорусский государственный университет и другие организации.

Концепция разработки и реализации ГНТП «CALS-ERP-технологии» на 2011–2015 гг. была направлена на то, чтобы обеспечить отечественные предприятия современными методами и средствами создания новых изделий, технологической подготовки производства, планирования запуска в производство и изготовления изделий, управления производственными процессами и ресурсами предприятия, послепродажным обслуживанием выпускаемой продукции. В реализации программы приняли участие ОАО «Амкодор», ООО «Промпривод», ОАО «Бобруйский машиностроительный завод», ОАО «УКХ

«ММЗ», УП «КБТЭМ-ОМО», ОАО «АГАТ-СИСТЕМ», ЧНИУП «ИЦТ Горизонт», ОАО «Витязь», ОАО «Интеграл». В совокупности завершенные задания ГНТП «CALS-ERP-технологии» предлагают примеры внедрения интегрированных информационных систем и технологий (ИИСТ), учитывающих специфику отечественных предприятий, охватывающих их внутреннюю и внешнюю деятельность, обеспечивающих: выпуск новых видов высокотехнологичной продукции; повышение конкурентоспособности предприятий, улучшение технико-экономических показателей их деятельности [4–6]. Такие системы и технологии оказывают преобразующее воздействие на всех секторах современной экономики и переводят промышленную автоматизацию на новую ступень индустриализации.

Четвертая индустриальная революция (Индустрия 4.0) – переход на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени в постоянном взаимодействии с внешней средой, выходящее за границы одного предприятия, с перспективой объединения в глобальную промышленную сеть вещей и услуг.

В узком смысле Индустрия 4.0 (Industrie 4.0) – это название одного из 10 проектов Государственной hi-tech стратегии Германии до 2020 г., описывающего концепцию умного производства (Smart Manufacturing) на базе глобальной промышленной сети Интернета вещей и услуг (Internet of Things and Services).

Рис. 2. Компоненты Индустрии 4.0

В широком смысле Индустрия 4.0 характеризует текущий тренд развития автоматизации и обмена данными, который включает в себя киберфизические системы, Интернет вещей, облачные вычисления (рис. 2). Представляет собой новый уровень организации производства и управления цепочкой создания стоимости на протяжении всего жизненного цикла выпускаемой продукции.

Многие из этих элементов уже давно и успешно применяются на практике, но именно объединение их в одну целостную систему и реализует концепция Индустрии 4.0. Это обеспечивает новый уровень эффективности производства и дополнительный доход за счет использования цифровых технологий, формирования сетевого взаимодействия поставщиков и партнеров, а также реализации инновационных бизнес-моделей.

Литература

1. Внедрение на промышленных предприятиях информационных технологий поддержки жизненного цикла продукции : метод. рекомендации / Л. В. Губич [и др.]. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2011. – 142 с.

2. Внедрение на промышленных предприятиях информационных технологий поддержки жизненного цикла продукции : метод. рекомендации / Л. В. Губич [и др.] ; под ред. А. В. Тузикова. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 189 с.

3. Нормативно-правовые основы для реализации проектов по освоению информационных технологий в промышленности / Л. В. Губич [и др.] // Информатика. – 2016. – № 2. – С. 88–103.

4. Стандартизация процессов информатизации предприятий : метод. рекомендации / Л. В. Губич [и др.] ; под ред. М. Я. Ковалева. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2015. – 268с.

5. Муха, Н. П. Опыт создания отечественной нормативно-методической базы для реализации проектов по освоению информационных технологий в промышленности / Н. П. Муха // Материалы 9-й Междунар. науч.-техн. конф. «Информационные технологии в промышленности, логистике и социальной сфере» (ITI'2017)». – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2017. – С. 101–103.

6. Интегрированные информационные системы и технологии в промышленности. Итоги выполнения и освоения ГНТП «CALS-ERP-технологии» / Л. В. Губич [и др.]. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2018. – 174 с.

ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА

М. С. Абламейко

От все более широкого внедрения информационных технологий (ИТ) в жизнь человека в последние 20–25 лет все страны перешли к этапу построения информационного общества.

Информационное общество отличается от общества, в котором доминируют традиционная промышленность и сфера услуг. Отличие состоит в том, что информация, знания, информационные услуги и все отрасли, связанные с их производством (телекоммуникационная, компьютерная, телевизионная), растут более быстрыми темпами и являются источником новых рабочих мест, становятся доминирующими в экономическом развитии. Помимо множества позитивных факторов, становление информационного общества происходит в условиях появления новых вызовов и угроз, направленных на дестабилизацию функционирования информационной инфраструктуры.

Основные препятствия и угрозы на пути формирования информационного общества:

все большее влияние на общество средств массовой информации;

информационные технологии могут разрушить частную жизнь людей и организаций;

существует проблема отбора качественной и достоверной информации;

многим людям будет трудно адаптироваться к среде информационного общества.

Наиболее существенной угрозой переходного периода к информационному обществу является разделение людей на имеющих информацию, умеющих обращаться с ИТ и не обладающих такими навыками. Пока информационные технологии будут оставаться в распоряжении небольшой социальной группы, сохраняется угроза существующему механизму функционирования общества. Понятно, что люди, владеющие информационными потоками (информацией, ресурсами и т. п.), имеют огромные преимущества перед теми, кто этого не имеет.

Известно, что ИТ расширяют права граждан путем предоставления моментального доступа к разнообразной информации; увеличивают возможности людей участвовать в процессе принятия политических решений и следить за действиями правительств; предоставляют возможность активно производить информацию, а не только ее потреблять; сокращают время и затраты при

оплате коммунальных и других услуг, при получении справок; обеспечивают средства защиты частной жизни и анонимности личных посланий и коммуникаций и др. Даже в сфере обороны, вооруженных сил сегодня побеждает тот, у кого более развиты информационные технологии.

Переход к информационному обществу заключается не только во внедрении новых технологических процессов в государственное управление и бизнес, в переходе к электронному документообороту. Необходимо еще подготовить граждан, умеющих жить и работать в информационном обществе, способных эффективно взаимодействовать с «электронным государством».

Надо отметить, что потенциальные возможности и преимущества ИТ не станут реальностью сами по себе. Для этого необходимо выполнить огромный объем работы в разных сферах (технической, экономической, нравственной и т. п.). Не касаясь всех остальных сфер, подробнее рассмотрим юридические аспекты построения информационного общества.

Одна из приоритетных задач нового современного государства – развитие соответствующего законодательства для эффективного построения информационного общества. Если в обществе, где всё циркулирует в электронном виде, не будет создана соответствующая законодательная база, то все его достижения не будут ничего стоить.

Поэтому можно сказать, что с юридической точки зрения информационное общество – это общество, в котором на основании развитой законодательной базы обработка и использование знаний и информации становится основной производительной силой, а развитые социально-политические электронные механизмы позволяют населению активно и беспрепятственно участвовать в жизни общества.

При построении информационного общества привносится очень много нового во взаимоотношения между государством и человеком, между государством и предприятиями, между отраслями и между людьми. Понятно, что эти взаимоотношения должны регулироваться законодательными актами, которых не существовало в начале этого пути. Поэтому каждая страна вместе с развитием информационных технологий, материально-технической базы должна принять законы, регулирующие жизнь информационного общества. Кроме развития национального законодательства необходимы разработка и принятие международных соглашений, потому что ИТ позволяют беспрепятственно взаимодействовать с другими странами и их гражданами. Отметим также, что национальное законодательство каждой страны должно соответствовать международным законам.

Таким образом, одной из приоритетных задач в период формирования информационного общества является разработка необходимого законодательства с целью адекватного правового обеспечения объективно развивающихся

процессов технического развития общества. В настоящее время в данной сфере стремительно происходят изменения, что требует постоянного внимания и выявления новых приоритетных направлений развития. В процессе становления информационного общества в условиях глобализации и появления новых вызовов и угроз, в том числе направленных на дестабилизацию функционирования информационной инфраструктуры, нуждаются в серьезном уточнении направления развития законодательства Республики Беларусь. Происходящие изменения на международной арене также требуют адекватного правового регулирования. Это особенно заметно на примере участившихся случаев использования сети Интернет в противоправных целях.

Основным инициатором построения информационного общества во всех странах является государство. И Республика Беларусь не исключение.

Под государственной информационной политикой имеется в виду регулирующая деятельность государственных органов, направленная на развитие информационной сферы общества, которая охватывает не только телекоммуникации, информационные системы или средства массовой информации, а всю совокупность производств и отношений, связанных с созданием, хранением, обработкой, демонстрацией, передачей информации во всех ее видах – деловой, развлекательной, научно-образовательной, новостной и т. п.

Характерной особенностью белорусской модели является то, что государство практически взяло на себя ответственность за создание системы самого широкого доступа населения к разного рода информации, возложив эти функции прежде всего на Национальный центр правовой информации.

Роль государства в формировании информационного общества сводится к следующему: 1) принятие законов, регулирующих введение и продвижение информационного общества; 2) регулирование деятельности государственных органов, направленных на развитие информационной сферы общества; 3) обеспечение конкуренции, борьба с монополизмом; 4) создание условий для развития частного ИТ-сектора; 5) вовлечение институтов гражданского общества.

Государственное регулирование информационных отношений осуществляется как на законодательном, так и на административном уровнях. На законодательном уровне определяются информационные отношения государства, общества и граждан, а также принципы взаимодействия с мировым информационным пространством. На административном уровне регулирование направлено на практическую реализацию принятых законодательных актов.

Правовое обеспечение построения информационного общества основывается на ряде существующих нормативных актов, анализе мировой практики,

на корректировке существующих и принятии новых нормативных актов по следующим основным направлениям: 1) информационное взаимодействие государства, бизнеса и общества; 2) разработка и внедрение электронных административных регламентов; 3) защита интеллектуальной собственности, трансграничной передачи объектов интеллектуальной собственности через Интернет; 4) внедрение электронного документооборота; 5) обеспечение информационной безопасности. В Беларуси за последние десять лет принято много законодательных актов, регулирующих сферу информатизации, и в основном сформирована правовая основа для построения информационного общества.

Задача институтов гражданского общества состоит в том, чтобы выполнять функцию связующего звена, обеспечивающего взаимодействие граждан с государством и бизнесом как основными инициаторами процессов информатизации. В Беларуси основным таким институтом является общественное объединение «Информационное общество». Оно играет связующую роль между государственными структурами и частным ИТ-сектором.

Полученные результаты в области развития и внедрения информационных технологий потребовали нового подхода к государственному регулированию в сфере информатизации, расширения и развития нормативной правовой базы, регулирующей использование информационно-коммуникационных технологий и развитие сферы услуг. При активном участии органов государственного управления, общественных и международных организаций в сфере информационно-коммуникационных технологий был разработан ряд нормативных правовых актов.

Последовательное выполнение всех этапов информатизации Беларуси привело еще к одному немаловажному результату – формированию в стране единого полного информационного ресурса – правового. Создан полный и официальный информационный ресурс на базе Национального центра правовой информации Республики Беларусь.

Все правовые акты в сфере информатизации можно разделить на следующие группы в зависимости от направленности правового регулирования:

общие вопросы развития информатизации;

вопросы организации государственного регулирования и управления;

конкретные направления развития информатизации на государственном уровне;

направления развития информатизации в рамках отрасли;

вопросы взаимодействия государственных органов в рамках функционирования конкретной информационной системы.

Таким образом, можно сказать, что формируется самая молодая отрасль права – информационное право. Уже дано достаточно много определений этого понятия. На наш взгляд, наиболее удачным является следующее определе-

ние: информационное право – это отрасль права, представляемая совокупностью социальных норм и отношений, возникающих в информационной сфере – сфере производства, преобразования и потребления информации.

Таким образом, развитие законодательства в сфере информационного права крайне важно для успешного построения информационного общества и ИТ-страны.

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

Информатизация – политика и процессы, направленные на построение и развитие телекоммуникационной инфраструктуры, объединяющей территориально распределенные информационные ресурсы. Процесс информатизации является следствием развития информационных технологий и трансформации технологического, продуктоориентированного способа производства в постиндустриальный. В основе информатизации лежат кибернетические методы и средства управления, а также инструментарий информационных и коммуникационных технологий.

В Законе Республики Беларусь «Об информации, информатизации и защите информации» от 10 ноября 2008 г. № 455-З дается следующее определение понятия «информатизация»: информатизация – организационный, социально-экономический и научно-технический процесс, обеспечивающий условия для формирования и использования информационных ресурсов и реализации информационных отношений.

Цифровая трансформация – это процесс интеграции цифровых технологий во все аспекты бизнес-деятельности, требующий внесения коренных изменений в бизнес-процессы, технологии, культуру, операции и принципы создания новых продуктов и услуг. Для максимально эффективного использования новых технологий и их оперативного внедрения во все сферы деятельности человека предприятия должны отказаться от прежних подходов и полностью преобразовать процессы и модели работы. Цифровая трансформация требует смещения акцента на периферию предприятий и повышение гибкости центров обработки данных, которые должны ее поддерживать. Этот процесс также означает постепенный отказ от устаревших технологий, обслуживание которых может дорого обходиться предприятиям, а также изменение культуры, которая теперь должна поддерживать ускорение процессов, обеспечиваемое цифровой трансформацией.

В интеграционном объединении с участием Республики Беларусь – ЕАЭС цифровая трансформация рассматривается в следующих вариантах:

1. Смена экономического уклада, изменение традиционных рынков, социальных отношений, государственного управления, связанные с проникновением в них цифровых технологий.

2. Принципиальное изменение основного источника добавленной стоимости и структуры экономики за счет формирования более эффективных экономических процессов, обеспеченных цифровыми инфраструктурами.

3. Переход функции лидирующего механизма развития экономики к институтам, основанным на цифровых моделях и процессах.

Концептуальной основой поступательного развития в нашей стране информатизации и ее современного облика – цифровой трансформации – наряду с государственными программами служит Стратегия развития информатизации в Республике Беларусь на 2016–2022 годы.

Оценив современное состояние, целеполаганием на указанный период определены:

развитие эффективной и прозрачной системы государственного управления;

развитие национальной информационно-коммуникационной инфраструктуры;

развитие цифровой инфраструктуры бизнеса, онлайнового рынка, банковских услуг;

внедрение информационно-коммуникационных технологий в реальном секторе экономики;

совершенствование социальной сферы на основе информационно-коммуникационных технологий;

развитие национального электронного контента;

развитие собственной отрасли информационных технологий;

обеспечение цифрового доверия, защита информационных ресурсов и информационно-коммуникационной инфраструктуры.

Одобренная Правительством Стратегия развития информатизации определила также перечень основных направлений фундаментальных и прикладных исследований, необходимых для повышения потенциала национальных разработок в сфере информационно-коммуникационных технологий в указанный период.

Этот перечень включает следующие направления:

обработка больших массивов данных и извлечение знаний;

интеллектуальные информационные системы;

биоинформатика, математическое, алгоритмическое и информационное обеспечение в медицине, фармакологии и генетике;

распределенные высокопроизводительные вычисления, включая «облачные»;

автоматизация проектирования и производства;

технологии и системы идентификации, мультимедийные технологии и системы;

машинное обучение;

человеко-машинное взаимодействие;

робототехника;

методы обработки разнородной космической информации;

квантовые и оптические технологии;

информационная безопасность.

Реализация данных направлений позволит:

создавать новые технические средства и технологии, внедрение которых в различные сферы деятельности повысит уровень удовлетворения информа-

ционных потребностей общества, обеспечит новый уровень развития процессов информатизации и информационного общества;

развивать социальную информатику, объединяющую исследования, позволяющие сформировать научно-методологические основы информатизации и ее цели – ИТ-страны.

В данном перечне усматривается сходство с переломными моментами четвертой промышленной революции, сигнализирующими, как считают эксперты Давосского форума, о грядущих революционных изменениях. Некоторые из них (ожидаемые к 2025 г.):

10 % людей носят одежду, подключенную к Интернету;

90 % людей имеют возможность неограниченного и бесплатного хранения данных;

к Интернету подключен один триллион датчиков;

первый робот-фармацевт;

10 % очков для чтения подключены к Интернету;

цифровое присутствие в сети 80 % людей;

производство первого автомобиля посредством 3D-печати;

первое правительство, заменившее перепись населения источниками больших данных;

первый в продаже имплантируемый мобильный телефон;

5 % потребительских товаров создано с помощью 3D-печати;

90 % населения используют смартфоны;

10 % беспилотных автомобилей на дорогах в США;

первая пересадка печени, созданной с использованием 3D-печати;

30 % аудиторских проверок проводит искусственный интеллект;

сбор налогов при помощи технологии блокчейн;

более 50 % домашнего интернет-трафика приходится на долю приложений и устройств;

первый город с населением более 50 000 жителей без светофоров;

первый робот с искусственным интеллектом в составе корпоративного совета директоров и др.

Эти переломные моменты задают важный контекст и дают возможность выработать наилучший ответ, поскольку сигнализируют о грядущих революционных изменениях, важность которых осложняется их повсеместным характером. Управление таким переходом начинается с осознания изменений, совершающихся не только сегодня, но и тех, что ожидают нас в будущем, и их воздействия на все уровни глобального сообщества.

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА. КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ. ИНТЕРНЕТ

В. М. Нозик

Информационно-коммуникационная инфраструктура

Инфраструктура в общем случае представляет собой комплекс взаимосвязанных объектов, подсистем и структур, составляющих некоторую систему и обеспечивающих ее функционирование. Исходя из этого, информационная инфраструктура – это система организационно-технических объектов, подсистем и структур, обеспечивающих функционирование и развитие информационного пространства.

Информационно-коммуникационная инфраструктура, в свою очередь, состоит из информационной инфраструктуры и средств информационного взаимодействия. Информационно-коммуникационная инфраструктура включает совокупность информационных центров с комплексами баз данных и знаний, систем связи, центров управления, аппаратно-программных средств и технологий обеспечения сбора, хранения, обработки и передачи информации, а также средства доступа конечных потребителей к информационным ресурсам и сетевым услугам. Примером информационной инфраструктуры глобального уровня является сеть Интернет.

У информационно-коммуникационной инфраструктуры, в свою очередь, имеется собственная инфраструктура – инженерная. Она является фундаментом, на котором базируется надежная работа всего комплекса оборудования сети и центров обработки данных. Основные подсистемы инженерной инфраструктуры включают средства гарантированного электроснабжения, кондиционирования и отопления, оборудование монтажных шкафов и стоек, кабельные распределительные устройства, охранную сигнализацию, подсистему видеонаблюдения, контроль доступа, подсистему учета электроэнергии и пр. Иногда к инженерной инфраструктуре относят и подсистему мониторинга и управления сетью. Для технического и административного обслуживания всех инженерных подсистем применяются сложные программно-аппаратные

решения, объединяющие уровни устройств, систем передачи данных и широкий спектр программных приложений.

Естественной тенденцией развития разрозненных информационно-коммуникационных инфраструктур стала так называемая конвергенция – объединение нескольких сетей и услуг, бывших ранее раздельными, в единую сеть и услугу. Примерами конвергенции могут быть объединение телефонии, Интернета, телевидения в одном интернет-подключении (услуга Triple Play), объединение фиксированной и мобильной связи с общим планом нумерации (Fixed Mobile Convergence) и т. п. Появилось и телекоммуникационное оборудование с поддержкой конвергентных услуг. В результате объединения конвергентных сетевых услуг возникли так называемые сети следующего/нового поколения – мультисервисные сети связи (NGN – англ. next generation networks, new generation networks), ядром которых являются опорные IP-сети, поддерживающие полную или частичную интеграцию услуг передачи речи, данных и мультимедиа.

Компьютерные сети

Компьютерная сеть представляет собой набор компьютеров (серверов, рабочих станций и других устройств), интегрированных в единую систему с помощью каналов связи и специального оборудования коммутации для доступа пользователей к программным, техническим и информационным ресурсам сети. В общем случае можно выделить локальные (LAN – Local Area Network) и глобальные (WAN – Wide Area Network) компьютерные сети. В качестве программно-аппаратных средств интеграции в локальных сетях чаще всего используются коммутаторы, которые обеспечивают низкие задержки при обработке пакетов данных.

Локальные сети – это, например, небольшие офисные сети, сети уровня учебного заведения, предприятия или завода и т. п. Локальные сети являются, как правило, сетями закрытого типа, доступ к ним разрешен только ограниченному кругу пользователей, для которых работа в этой сети напрямую связана с их профессиональной деятельностью.

Глобальные сети обычно покрывают большие географические регионы, страны и континенты. Они в настоящее время включают в себя как локальные сети, так и прочие телекоммуникационные инфраструктуры. Глобальные сети являются открытыми сетями общего пользования и ориентированы на обслуживание любых пользователей. В глобальных сетях в качестве устройств интеграции чаще всего используются маршрутизаторы, которые эффективно ограничивают служебный трафик при обмене данными между сетями. В WAN используют также высокопроизводительные коммутаторы с функцией маршрутизации.

Между локальными и глобальными сетями по территориальному «охвату» в настоящее время выделяют также целый ряд промежуточных вариантов

компьютерных сетей, имеющих некоторую специфику: кампусные сети (CAN – Campus Area Network), объединяющие локальные сети близко расположенных зданий; городские сети (MAN – Metropolitan Area Network) – между учреждениями в пределах одного или нескольких городов и др.

Для организации обмена данными в компьютерных сетях используются так называемые протоколы передачи данных, важнейшими из которых можно назвать набор (стек) протоколов TCP/IP. Сетевой протокол IP (англ. Internet Protocol – межсетевой протокол) в настоящее время служит главным средством транспортировки информации в компьютерных сетях.

Неотъемлемой частью протокола IP является адресация. У каждого компьютера или иного устройства в сети имеется уникальный IP-адрес. В настоящее время широко используется 4-я версия IP (IPv4), в которой адрес представляет собой 32-битовое число. Удобной формой записи IP-адреса является запись в виде четырех десятичных чисел значением от 0 до 255, разделенных точками, например, 145.168.0.3. В связи с ограниченной емкостью такой адресации разработана более прогрессивная 6-я версия (IPv6), в которой адрес является 128-битовым, а внутри адреса разделителем служит двоеточие (например, 2001:0db6:74a3:0000:0000:7a2e:0270:7234).

При доставке IP-пакета возможно возникновение ситуации, когда размер пакета превысит ресурс узла системы связи. В этом случае протокол предусматривает возможность дробления пакета на уровне IP в процессе доставки. Соответственно, к конечному получателю пакет придет в виде нескольких пакетов, которые затем собираются в один перед дальнейшей обработкой. В пакеты IP упаковываются пакеты так называемого транспортного уровня – TCP, UDP и SCTP.

Протокол TCP (англ. Transmission Control Protocol – протокол управления передачей) – «гарантированный» транспортный механизм с предварительным установлением соединения, предоставляющий приложению надежный поток данных и дающий уверенность в безошибочности получаемых данных.

В случае потери данных TCP перезапрашивает их и устраняет дублирование данных. TCP позволяет регулировать нагрузку на сеть, а также уменьшать время ожидания данных при передаче на большие расстояния. Более того, TCP гарантирует, что полученные данные были отправлены точно в такой же последовательности. В этом его главное отличие от UDP.

Протокол UDP (англ. User Datagram Protocol – протокол пользовательских датаграмм) использует простую модель передачи, при этом данные могут прийти не по порядку, дублироваться или вовсе исчезнуть без следа. UDP часто используют чувствительные ко времени приложения, так как предпочтительнее сбросить пакеты, чем ждать задержавшиеся пакеты, что может оказаться невозможным в системах реального времени. Протокол UDP эффективен, например, для потоковых мультимедийных приложений вроде IPTV, Voice over IP, протоколов туннелирования IP, онлайн-игры и т. п., а также для сетевых

служб, отвечающих на небольшие запросы от огромного числа клиентов, например, для служб доменных имен DNS и др.

Протокол SCTP (англ. Stream Control Transmission Protocol – «протокол передачи с управлением потоком») – более новый, он обеспечивает надежную, упорядоченную передачу данных подобно протоколу TCP, но ориентирован на передачу сообщений подобно протоколу UDP. Кроме того, этот протокол предоставляет дополнительные возможности, такие как многопоточность, защита от некоторых сетевых атак, синхронное соединение между двумя хостами по нескольким независимым физическим каналам и др.

Пакеты протокола IP (сетевого уровня) передаются по каналам связи с помощью протоколов так называемого канального уровня, в качестве которого в компьютерных сетях чаще всего используется протокол Ethernet. Единицей передачи данных в протоколе Ethernet является фрейм, или кадр (англ. frame). В современных компьютерных сетях используются в основном технологии Ethernet, обеспечивающие скорости передачи данных от 1 Гбит/с (125 Мбайт/с) по медным витым парам до 10 Гбит/с (1,25 Гбайт/с) по медным витым парам и оптоволокну. Технологии передачи данных со скоростями 10 Мбит/с (1,25 Мбайт/с) устарели и практически не используются, а 100 Мбит/с (12,5 Мбайт/с) еще используются для нетребовательных приложений и для совместимости с устаревшим телекоммуникационным оборудованием.

Компьютеры, серверы, принтеры и другие устройства (узлы) локальной компьютерной сети объединяются в настоящее время с помощью коммутаторов Ethernet (рис. 1). Коммутатор передает данные только непосредственно получателю. Для этого используются специальные аппаратные адреса, или MAC-адреса (англ. Media Access Control – управление доступом к среде). MAC-адрес – уникальный шестибайтный идентификатор, присваиваемый каждой единице активного оборудования или их интерфейсам в компьютерных сетях Ethernet, например, a0:ea:d1:11:f1:01). MAC-адреса «прошиваются» в оборудовании при его изготовлении и используются для идентификации отправителя и получателя фрейма. Коммутатор хранит в памяти таблицу коммутации, в которой указывается соответствие MAC-адреса узла порту коммутатора.

а *б*

Рис. 1. Коммутаторы Ethernet: *а* – операторского уровня EXTREME X460; *б* – уровня малого офиса

В отличие от ранее использовавшихся концентраторов, которые распространяли трафик от одного подключенного устройства ко всем остальным, использование коммутации повышает производительность и безопасность сети, избавляя остальные сегменты сети от необходимости (и возможности) обрабатывать данные, которые им не предназначались. Исключение составляет небольшой широковещательный трафик всем узлам сети и трафик для устройств, для которых неизвестен исходящий порт коммутатора).

Для преобразования MAC-адресов в адреса сетевого уровня (IP) и обратно применяются специальные протоколы, например, ARP и RARP. ARP (англ. Address Resolution Protocol – протокол определения адреса) предназначен для определения MAC-адреса по IP-адресу другого компьютера. Протокол RARP (англ. Reverse Address Resolution Protocol – обратный протокол преобразования адресов) выполняет обратное отображение адресов, т. е. преобразует физический адрес в IP-адрес.

В качестве физической среды передачи данных используются медные линии, оптоволоконные кабели, а также радиоканал (радиорелейные связь, Wi-Fi, сети сотовой связи).

Радиорелейная связь – особый тип беспроводной многоканальной связи, позволяющий передавать данные на большие расстояния (десятки и сотни километров), с достаточно высокой пропускной способностью (от сотен мегабит до нескольких гигабит в секунду) в фиксированных направлениях. Для достижения высокой дальности передачи осуществляется ретрансляция сигнала от станции к станции. Такая связь используется для построения беспроводных магистралей там, где прокладка оптоволоконной магистрали невозможна или экономически нецелесообразна, для организации удаленных базовых станций сотовой связи, в крупных корпоративных сетях для передачи информации между подразделениями, для «последней мили» к удаленным объектам и других подобных задач.

Для организации сетей доступа пользователей к компьютерным сетям в настоящее время используется беспроводная технология небольшого радиуса действия Wi-Fi. Она получила широкое распространение благодаря развитию мобильных устройств (ноутбуков, планшетов, смартфонов и т. п.). К настоящему времени разработано более 30 стандартов и рекомендаций этой технологии. Как правило, используется внутри помещений предприятий, торговых центров, аэропортов, вокзалов, офисов, учебных заведений, кампусов и др. (рис. 2). Антенны точек доступа Wi-Fi могут быть направленными и ненаправленными. Связь может быть «бесшовной», при которой переключение с одной точки доступа на другую происходит автоматически и незаметно. Диапазоны используемых частот – 2,4 и 5 ГГц. В настоящее время чаще всего используется технология стандарта 802.11n, при этом может достигаться скорость обмена данными до 600 Мбит/с.

а *б*

Рис. 2. Точки доступа Wi-Fi: *а* – для офиса; *б* – уличная точка доступа

Распределительные сети и сети доступа фиксированных пользователей активно используют технологии PON (англ. Passive Optical Network – пассивная оптическая сеть), которые основаны на древовидной волоконно-кабельной архитектуре с пассивными оптическими разветвителями. Основная идея архитектуры PON – использование всего одного приемопередающего модуля в вершине дерева. Прямой поток (к абонентам) на уровне оптических сигналов является широковещательным. Каждый абонентский узел, читая адресные поля, выделяет из этого общего потока предназначенную только ему часть информации. Абонентские узлы ведут передачу в обратном потоке на одной и той же длине волны, используя протокол множественного доступа с временным разделением TDMA (англ. Time Division Multiple Access). Чтобы исключить возможность пересечения сигналов от разных абонентов, для каждого из них устанавливается свое индивидуальное расписание по передаче данных с учетом поправки на задержку, связанную с удалением данного абонента от корня дерева.

Магистральные сети в настоящее время строятся исключительно на основе оптоволоконных каналов связи. Медные витые пары используются практически только в локальных компьютерных сетях, но постепенно уступают место оптике и радиоканалу. Тем не менее для эффективного использования существующих медных линий связи, ресурс которых далеко не исчерпан, были разработаны технологии семейства xDSL (англ. Digital Subscriber Line, цифровая абонентская линия). Они позволяют значительно повысить про-

пускную способность абонентских линий телефонной сети общего пользования путем использования эффективных линейных кодов и адаптивных методов коррекции искажений линии на основе современных достижений микроэлектроники и методов цифровой обработки сигнала. В частности, широкую популярность имела технология ADSL (англ. Asymmetric Digital Subscriber Line – асимметричная цифровая абонентская линия), основанная на использовании существующих телефонных линий в качестве среды доставки услуги выхода Интернет с сохранением телефонии. По сравнению с другими способами предоставления высокоскоростного доступа к Интернету ADSL оказалась очень дешевой. Технологии SHDSL (англ. Single-pair High-speed DSL – высокоскоростная DSL по одной паре) и VDSL (англ. Very High speed Digital Subscriber Line – сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия) широко применяются для доставки услуг удаленным абонентам («последняя миля») и скоростной интеграции локальных сетей офисов и подразделений предприятий, находящихся на удалении до 1,5 км, «поверх» существующих телефонных линий. Важно, что все технологии xDSL характеризуются высокой скоростью развертывания связи. Несмотря на тенденцию доведения оптоволокна вплоть до рабочего места пользователя, эти технологии, по-видимому, будут актуальны еще долгое время.

Поскольку при объединении крупных локальных сетей между собой необходимо передавать информацию не между отдельными IP-адресами, а между большими группами IP-адресов (IP-сетями), для эффективного межсетевого обмена используется не коммутация, а маршрутизация. Задача маршрутизации – вычисление маршрута движения пакетов данных между сетями с использованием специального сетевого устройства – маршрутизатора (рис. 3). Для принятия решения о пересылке IP-пакетов на нужный интерфейс маршрутизатор использует информацию о топологии сети и определенные правила, заданные администратором.

Обычно маршрутизатор использует адрес получателя, указанный в заголовке пакета, и определяет по специальной таблице маршрутизации путь, по которому следует передать данные. Таблица состоит из записей – маршрутов, в каждой из которых содержится идентификатор сети получателя, состоящий из адреса и маски сети (маска определяет размер IP-сети), адрес следующего узла, которому следует передавать пакеты, административное расстояние – степень доверия к источ-

Рис. 3. Маршрутизатор для магистральных сетей

нику маршрута и некоторый вес записи – метрика. На основе таблицы маршрутизации проводится выбор наиболее оптимального маршрута следования IP-пакетов в сетях.

При статической маршрутизации записи в таблице вводятся и изменяются вручную администратором каждый раз, когда происходят изменения в топологии сети.

Для динамического построения таблиц маршрутизации применяются протоколы маршрутизации (RIP, OSPF, IGRP, EIGRP, IS-IS, BGP и др.). Кроме того, маршрутизатор строит таблицу оптимальных путей к сетям назначения на основе различных критериев – количества промежуточных узлов, пропускной способности каналов, задержки передачи данных и т. п.

На текущий момент основным протоколом динамической маршрутизации в Интернете является протокол BGP (англ. Border Gateway Protocol – протокол граничного шлюза).

Протокол BGP предназначен для обмена информацией о достижимости подсетей между так называемыми автономными системами (АС, англ. AS – autonomous system), т. е. группами маршрутизаторов под единым техническим и административным управлением, использующими протокол внутридоменной маршрутизации для определения маршрутов внутри себя и протокол междоменной маршрутизации для определения маршрутов доставки пакетов в другие АС. Передаваемая информация включает в себя список АС, к которым имеется доступ через данную систему. Выбор наилучших маршрутов осуществляется исходя из правил, принятых в сети. После установки соединения передается информация обо всех маршрутах, предназначенных для экспорта. В дальнейшем передается только информация об изменениях в таблицах маршрутизации. При закрытии соединения удаляются все маршруты, информация о которых передана противоположной стороной.

Процесс выбора маршрута запускается после обновления информации и служит для отбора маршрутов, предназначенных для использования локально и передачи другим маршрутизаторам, использующим BGP. Процесс использует атрибуты полученных маршрутов для оценки степени предпочтения маршрута или информации о том, что маршрут является неподходящим для занесения в базу маршрутов и должен быть исключен из процесса отбора. Процесс включает три фазы: вычисление степени предпочтения каждого полученного маршрута, выбор наилучшего маршрута для каждого места назначения и занесение его в базу маршрутов, передача маршрутов на другие маршрутизаторы, при этом может производиться суммирование маршрутов.

Маршрутизаторы выполняют также дополнительные задачи – преобразование (трансляцию) IP-адресов транзитных пакетов, организацию защищенных туннелей, резервирование доступа в Интернет через каналы от нескольких провайдеров, функции межсетевого экрана для защиты сети от атак и др. Для серьезного обеспечения информационной и сетевой безопасности в на-

Рис. 4. Специализированный аппаратный межсетевой экран

стоящее время применяются специализированные аппаратные межсетевые экраны (рис. 4). Они реализуют защиту всей сети или отдельных узлов от различных угроз – атак, несанкционированного доступа с использованием уязвимостей в протоколах или в программном обеспечении, установленном на компьютерах. Такие устройства устанавливают на границах периметра локальной сети для защиты внутренних узлов от атак извне. Атаки могут инициироваться и с внутренних узлов, поэтому межсетевые экраны размещают и между различными сегментами внутри сети, что обеспечивает дополнительный уровень безопасности.

Интернет

Начиная с 1990-х гг. группой развитых стран начала формироваться глобальная информационная инфраструктура. В настоящее время глобальная информационная инфраструктура развивается как общемировая информационная сеть массового обслуживания населения планеты на основе интеграции глобальных и региональных информационно-телекоммуникационных систем, а также систем цифрового телевидения и радиовещания, спутниковых систем и мобильной связи. И сетевой протокол IP стал именно тем протоколом, который объединил отдельные компьютерные сети во всемирную сеть Интернет.

Интернет (англ. Internet) – всемирная система объединенных компьютерных сетей для хранения, обработки и передачи информации. Первой услугой сети Интернет стала электронная почта (e-mail), тогда же появились первые списки почтовой рассылки, новостные группы и доски объявлений. После появления системы доменных имен DNS (англ. Domain Name System), обеспечивающей возможность использовать для адресации мнемонические имена вместо IP-адресов, начался бурный рост различных сетевых сервисов, а маршрутизацией всего интернет-трафика начали заниматься сетевые провайдеры. Были разработаны протоколы IRC, HTTP, FTP. Благодаря IRC (англ. Internet Relay Chat) в Интернете стало возможно общение в реальном времени (чат). Важнейшими событиями стали разработка языка работы с гипертекстом HTML, появление первого веб-браузера (компьютерной программы для просмотра веб-страниц) и в итоге – рождение концепции Всемирной паутины World Wide Web, или WWW (гипертекстовая система, предназначенная для интеграции различных сетевых ресурсов в единое информационное пространство).

В настоящее время в Интернете существует большое количество стандартных сервисов, обеспечивающих работу со всем спектром ресурсов, в частности, служба DNS (система доменных имен), электронная почта, служба IRC (предназначена для поддержки текстового общения в реальном времени),

телеконференции (группы новостей Usenet, обеспечивающие возможность коллективного обмена сообщениями), служба FTP (система файловых архивов, обеспечивающая хранение и пересылку файлов различных типов), WWW, сервисы потокового вещания мультимедиа и др. Стандартными эти сервисы называют потому, что принципы построения клиентского и серверного программного обеспечения, а также протоколы взаимодействия являются международными стандартами.

В рамках WWW функционируют веб-форумы по интересам и отраслям знаний, блоги, вики-проекты (в частности, Википедия), интернет-магазины, интернет-аукционы, социальные сети и др.

Существуют также нестандартные службы, представляющие собой оригинальные разработки, в том числе поисковые системы, файлообменные сети, электронные платежные системы, интернет-радиостанции, интернет-телевидение (IPTV), IP-телефония, мессенджеры, веб-чаты, интернет-реклама, многопользовательские игры, сервисы хранения данных, фото- и видеосервисы, интернет-трейдинг и др.

Особым феноменом в Интернет стали социальные сети. Они являются одним из типов ресурсов так называемого формата Веб 2.0. Особенность формата – привлечение пользователей к наполнению и многократному выверению информационного материала. Это методика проектирования систем, которые путем учета сетевых взаимодействий становятся тем полнее и лучше, чем больше людей ими пользуются. Социальная сеть – платформа, онлайн-сервис или веб-сайт, предназначенные для построения, отражения и организации социальных взаимоотношений в Интернете. Существуют общие, профессиональные, корпоративные и другие социальные сети. Многие информационные сервисы, например, видеохостинг, также имеют функции социальной сети. Поскольку пользователи социальных сетей добровольно публикуют информацию о себе, своих взглядах, интересах, предпочтениях, такие сети служат мощным инструментом маркетинговых исследований.

Одной из ключевых организаций, обеспечивающих стабильное, бесперебойное и эффективное функционирование Интернета на сегодняшний день является ICANN (англ. Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) – Корпорация по присвоению имен и адресов в Интернете. Это частная некоммерческая организация, которая выполняет функции технической координации Интернета. В соответствии с Меморандумом о взаимопонимании между корпорацией и Министерством торговли США ICANN обладает следующими функциями: координация работ по выработке технических параметров интернет-протоколов, управление базой данных корневой зоны доменных имен, в том числе создание новых доменов верхнего уровня), распределение блоков IP-адресов и другие полномочия. Разработкой и внедрением стандартов Интернета, а также выработкой соответствующих открытых (т. е. не защищенных авторским правом) рекомендаций занимается Консорциум всемирной паутины (англ. World Wide Web Consortium, W3C), который включает более 350 организаций мира.

ИНДУСТРИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Д. И. Черемисинов

Слово «индустрия» означает промышленность, производство продукта или продуктов для потребления. Продуктом считается всё то, в чем у кого-нибудь имеется потребность. Продукт создается для того, чтобы удовлетворить нужду потребителя в этом продукте. Промышленность составляют предприятия. Так как назначением промышленности является производство для потребления, то все предприятия промышленности работают схожим образом, как это показано на рисунке.

Промышленность как часть экономического механизма делится на отрасли по типу потребителя, удовлетворяющего свою нужду продуктами отрасли. Потребителями могут быть или сами предприятия промышленности, или люди. Довольно часто промышленность разделяют на легкую и тяжелую. Потребителями продуктов тяжелой промышленности обычно являются предприятия, а продукты легкой промышленности предназначены для массового потребления. Примеры продуктов тяжелой промышленности – электроэнергия, токарные станки. Продукты легкой промышленности – это, например, еда, одежда, обувь.

Продуктом промышленности программного обеспечения являются программы. В связи с появлением компьютеров возникла нужда в программах. Программы эти удовлетворяли нужду в вычислениях для решения важных задач, стоящих не перед отдельными людьми, а перед предприятиями. Нужда в программах удовлетворялась другими предприятиями – на тот момент это

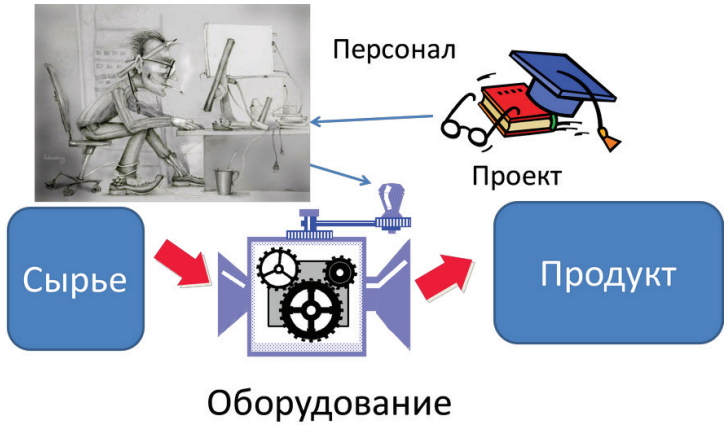


Схема производства промышленного продукта

были в основном научные организации. По типу потребителя программы в это время были продуктом тяжелой промышленности.

Для того чтобы промышленное предприятие могло работать, его затраты на производство продукта должны восполняться с избытком. Без возмещения затрат предприятие не сможет продолжать производство продукта, а избыток очень важен для возможности расширения круга потребителей продукта. Возмещение затрат на производство продукта производится потребителем, т. е. продукт должен иметь цену и продаваться производителем по этой цене потребителю. В принципе потребитель может сам произвести продукт. Покупка у производителя выгодна, если самостоятельное производство потребителю обойдется дороже.

Чем больше потребителей продукта, тем больше объем денег, которыми может распоряжаться промышленное предприятие, больше его выручка. Поэтому предприятия заинтересованы в расширении сбыта своих продуктов. По числу потребителей предприятия тяжелой промышленности ограничены числом предприятий. Круг потенциальных потребителей продуктов массового спроса ограничен числом жителей планеты Земля, сейчас это число около 7,7 миллиарда (2019 г.). Очевидно, второе число значительно больше первого. Поэтому предприятиям выгодно сделать свой продукт товаром массового потребления.

Во время существования первых предприятий по производству программного продукта казалось невероятным, что когда-нибудь программы станут продуктом массового потребления. Ведь для этого у обычных людей должна иметься потребность в использовании компьютера. Областью использования компьютеров считалась обработка чисел. Даже писатели-фантасты не предполагали в то время, что компьютер станет нужным каждому человеку и промышленность программного обеспечения приобретет ключевое значение в экономике. К примеру, в книге Аркадия и Бориса Стругацких «Понедельник начинается в субботу» описано будущее предприятие, продуктом которого являются программы, – вычислительная лаборатория института НИИЧАВО с одним сотрудником. НИИЧАВО выступает единственным потребителем разработанных программ. Очевидно, экономическое значение этого предприятия из-за единственного потребителя ничтожно.

Экономические отношения между производителем и потребителем программного обеспечения в те годы вполне укладывались в рамки связей производителей и потребителей уникального оборудования. Число потребителей разработанных программ было невелико. Программы как продукты не отличались от дорогостоящего промышленного оборудования.

После изобретения интегрального процесса производства электронных схем стало возможным производство основных компонентов компьютера – процессора и памяти – в виде монолитного кусочка кремния, интегральной микросхемы. В интегральном процессе затраты на производство не зависят от

числа элементов схемы, так же, как при печати фотографий в копировальном центре стоимость фотографии зависит только от ее размера, а не от сложности изображения. Интегральный процесс открыл дорогу к снижению стоимости производства электронных устройств путем уменьшения размеров элементов схемы. В первом микропроцессоре элементы имели размер 10 микрон, что позволило на куске кремния площадью 12 мм² разместить схему из 2300 транзисторов. Современные процессоры реализованы в виде микросхем с элементами в сотую долю микрона, что позволяет разместить на площади 1 см² до миллиарда транзисторов.

Интегральный процесс позволил создать компьютер, цена которого сравнима со стоимостью обычной бытовой техники, такой, например, как утюг. Начался поиск потребителей, которые бы имели нужду в использовании программ, работающих на таком компьютере. Первоначальной идей такого продукта было удовлетворение потребности в развлечениях. Так появились программы, которые сейчас называются компьютерными играми.

Напомним историю компьютерной игры «Тетрис». Эта компьютерная игра (программа игры) была изобретена и разработана советским программистом Алексеем Пажитновым. Программа впервые заработала 6 июня 1984 г., в это время Пажитнов работал в Вычислительном центре Академии наук СССР. Через 30 лет, в 2014 г. количество платных загрузок игры для мобильных телефонов превысило 425 млн. По количеству проданных коммерческих версий «Тетрис» превосходит любую другую компьютерную игру. История этого программного продукта позволяет понять особенности производства и продажи программ по сравнению с продуктами традиционных отраслей.

Продажа программы кажется таким же простым делом, как продажа книг или других аналогичных продуктов. Книгу человек покупает потому, что самостоятельное изготовление книги, очевидно, ему обойдется гораздо дороже покупки. После приобретения программы (носителя с файлом) изготовить самостоятельно копию не представляет труда. Это ведет к тому, что первый покупатель может производить программный продукт так же, как и производитель. Именно так и произошло с программой игры «Тетрис». Человек, который получил эту программу, стал ее самостоятельно продавать. В результате незаслуженную прибыль получили непричастные к разработке Пажитнова.

У программных продуктов есть принципиальное отличие от материальных объектов – их можно легко копировать. Создание же копии материального продукта почти равно затратам на создание оригинала. В дальнейшем все попытки заставить покупателя не копировать законно приобретенный программный продукт закончились неудачей. Надежной защиты программы от копирования не существует. Для программных продуктов не действует принцип «пользоваться продуктом одновременно может только один человек» (и использование его кем-то другим автоматически наносит первому ущерб). С другой стороны, являясь объектом продажи наравне с предметами обихода,

программное обеспечение имеет свойства материальных продуктов, которыми можно торговать, обмениваться, право владения и пользования которыми нужно охранять законодательно. Заключение договора (путем покупки лицензии) между производителем и покупателем, устанавливающее право покупателя на использование программного обеспечения, не может предотвратить копирование программы для друзей (бесплатно) или для продажи. Пиратские программы появляются именно в результате копирования (с изменениями) легально купленных программ.

Пиратство разоряло производителей с прекрасными продуктами. Один из первых производителей программного обеспечения – компания Borland – известен как создатель инструментов программирования Turbo C. Интегрированная среда разработки Turbo C и компилятор языка программирования Си 1987 года выпуска отличались удобством разработки программ, малым размером, очень быстрой компиляцией, всеобъемлющим руководством и низкой ценой. Лицензионный договор покупки этой программы заключался в обязательстве покупателя не передавать программу другому лицу. В большинстве стран (в том числе в Беларуси) такой договор не имеет юридической силы. Поэтому он пользователями не соблюдался, и программа Turbo C распространялась без контроля от производителя. Затраты на ее разработку не компенсировались, это быстро привело фирму, производящую данный продукт, к краху.

В последнее время наиболее надежным методом защиты от копирования является активация продукта, выполняемая путем обмена зашифрованными сообщениями между производителем и потребителем. Этот способ защиты имеет проблемы с юридической и технической стороны. Требование активации в лицензионном договоре делает договор не имеющим юридической силы. Программный продукт с активацией менее надежен и обычно медленнее работает. Абсолютной защиты метод не создает. Разработка способов компенсации затрат производителя программного продукта (коммерциализации программного обеспечения) все еще является проблемой в индустрии программного обеспечения. Эту трудность позволяют преодолеть продажа программы вместе с некоторым материальным объектом (например, с компьютером).

Удовлетворение потребности в развлечениях позволило привлечь к использованию программ обычных людей вместо организаций. Но расширило круг потребителей программ до размеров всего населения Земли изобретение способа построения глобальной вычислительной сети. Сейчас люди покупают компьютер (в виде устройства, помещающегося в кармане) ради Интернета. В контексте данной статьи Интернет выступает потребителем компьютерного оборудования и программного обеспечения. Для очень многих Интернет – это просто удобный источник развлечений. Удовлетворение потребности в развлечениях привлекло потребителей, обеспечивших быстрый рост Интернета.

Став всемирной сетью, Интернет предоставил удобное средство удовлетворения потребности людей в общении друг с другом, превратившись в инструмент телекоммуникации.

В настоящее время Интернет – это ключевое средство удовлетворения потребности человека в общении, с помощью которого люди могут осуществлять свое право на свободу и свободу выражения. Совет по правам человека ООН принял резолюцию, которая приравнивает доступ к Интернету к базовым правам человека.

Как средство телекоммуникации Интернет обеспечивает широкий спектр разнообразных информационных услуг. Услуга – это работа, выполняемая для удовлетворения чьих-либо потребностей на коммерческой основе, это, как говорят, нематериальный товар. Торговля услугами является одним из традиционных видов коммерческой деятельности. Сферу услуг часто относят к постиндустриальному экономическому укладу. Именно сфера услуг составляет в экономически развитых странах основную часть экономики по числу занятых (больше 60 %). Если в традиционных сферах поставщики услуг (т. е. те, кто выполняет работу) – всегда люди, то в Интернете при предоставлении услуг работают программы. Это позволяет значительно снизить стоимость предоставления услуг.

Удовлетворение потребности человека в общении – услуга Интернета, обеспечиваемая набором программ, работающих на компьютерах сети. Комплекс программ, обеспечивающих услугу Интернета, называется службой сети. Интернет имеет несколько служб. Наиболее востребованными у обычных пользователей являются службы Веб и электронной почты. Службу Веб (англ. World Wide Web – всемирная паутина) составляют два типа программ: веб-серверы и веб-браузеры. Всемирная паутина вызвала настоящую революцию в информационных технологиях и дала мощный толчок развитию Интернета. В повседневной речи, говоря об Интернете, часто имеют в виду именно Веб. Однако важно понимать, что это не одно и то же.

Служба Веб предоставляет услугу доступа к информационному пространству веб-страниц. В дополнение к тексту веб-страницы могут содержать изображения, видео, аудио и программные компоненты, которые отображаются в веб-браузере пользователя в виде связных страниц. Веб-страницы хранятся или строятся на компьютерах, в которых одной из программ является веб-сервер. На компьютерах Интернета, расположенных по всему миру, имеются миллионы веб-серверов. Веб-серверы отвечают на запросы, сделанные через Интернет из веб-браузера, запущенного на компьютере пользователя. Сейчас программа веб-браузера бесплатна и покупается в составе компьютера вместе с операционной системой. Веб-серверы – это в большинстве случаев не бесплатные программы, кроме того, обслуживание компьютера с веб-сервером стоит дорого, так как он должен работать круглосуточно, в то время как компьютер с веб-браузером можно включать только тогда, когда вам нужна услу-

га Веб. Так как работу по предоставлению доступа к Веб выполняют программы без вмешательства человека, сама услуга бесплатна.

Сейчас Интернет общедоступен, и предоставление веб-доступа к программному обеспечению стало предпочтительным способом заработка для организаций, занимающихся его разработкой. В этом случае пользователь получает доступ к программе через веб-браузер. Вместо продажи программы пользователю предоставляется услуга в виде работы, выполняемой программой по заданию пользователя. Программы в этом случае не продаются, а пользователи платят ежемесячную или ежегодную плату за их использование, не устанавливая их на свой компьютер. Такой способ компенсации затрат на разработку программного обеспечения позволяет кардинально устранить проблему пиратства.

Программа, к которой пользователи получают доступ через веб-браузер, – это веб-приложение. Веб-приложения в информационном пространстве Интернета представляют собой несколько веб-страниц (веб-сайт) с частично либо полностью неопределенным содержимым. Окончательное содержимое таких страниц формируется только после того, как посетитель сайта запросит страницу с веб-сервера. В связи с тем, что окончательное содержимое страницы зависит от запроса, созданного на основе действий посетителя, такая страница называется динамической. Динамические страницы являются основой таких веб-приложений, как интернет-магазины и интернет-игры. Когда через интернет-магазин организации покупают сырье для своего производства, этот магазин называется онлайн-магазином бизнес для бизнеса (B2B). Самая существенная доля программ в современной индустрии программного обеспечения представляет собой подобные веб-приложения, называемые бизнес-приложениями. Веб-сервер бизнес-приложений, как правило, работает на арендованных компьютерах. Предоставление серверов через интернет-подключение называется облачными вычислениями. Для предприятий облачные бизнес-приложения предоставляются в виде услуги за фиксированную или зависящую от использования плату. Для обычных пользователей некоторые веб-приложения предлагаются бесплатно, принося их разработчику доход от рекламы, отображаемой в интерфейсе веб-приложения.

Современная индустрия программного обеспечения – это такие компании, как Google, Microsoft, Amazon. Это самые дорогие по капиталам компании мира. Американская транснациональная публичная корпорация Google – это разработчик программы интернет-поиска, программного обеспечения облачных вычислений и рекламных технологий. Считается, что Google получает прибыль в первую очередь от рекламы через свою программу интернет-поиска, компенсируя таким образом свои затраты на разработку программ. Американская компания Microsoft разрабатывает, производит и продает программное обеспечение, персональные компьютеры и сопутствующие услуги. Наиболее известными программными продуктами компании являются операционные

системы Microsoft Windows, пакет программ Microsoft Office, а также веб-браузер Internet Explorer. Продажа операционных систем Microsoft Windows осуществляется вместе компьютером, веб-браузер бесплатен, а пакет Microsoft Office защищен активаций продукта. Это компания несет очень существенные потери от пиратства. По итогам 2012 г. выручка Microsoft составила 74 млрд долларов США, чистая прибыль – около 17 млрд долларов США. Американская компания Amazon предоставляет крупнейшие в мире по доходам и рыночной капитализацией услуги для электронной коммерции и облачных вычислений. Amazon известна как крупнейший книжный интернет-магазин. В 2017 финансовом году компания сообщила о прибыли в размере 3,03 млрд долларов США, а ее годовой доход составил 177,866 млрд долларов США.

Индустрия программного обеспечения Беларуси – это Парк высоких технологий, основным видом деятельности которого являются разработка и внедрение информационно-коммуникационных технологий и программного обеспечения как для внутреннего пользования, так и на экспорт. Резиденты Парка высоких технологий заняты разработкой программного обеспечения в качестве услуги для других фирм. Договор, в рамках которого одна компания нанимает другую компанию для выполнения части своей работы, называется аутсорсингом. Первая компания – это заказчик аутсорсинга, а вторая – подрядчик, поставщик услуги. Резиденты Парка высоких технологий – это в основном подрядчики, составляющие значительную часть мировой индустрии аутсорсинга разработки программного обеспечения. На рынки Западной Европы и Северной Америки приходится порядка 90 % услуг аутсорсинга Беларуси. Предполагается, что услуги аутсорсинга к 2020 г. обеспечат доход стране примерно в 3–4 млрд долларов США. В 2018 г. экспорт услуги аутсорсинга достиг 1 млрд долларов и составил около 4 % общего объема валового продукта страны. По объему аутсорсинга Беларусь в 2018 г. занимала 5-е место в мире.

ЦИФРОВОЙ КОНТЕНТ

С. Ф. Липницкий

Широкое распространение вычислительной техники, повсеместный переход от аналоговых технологий к цифровым, проникновение Интернета во все сферы жизни общества, а также массовое применение портативных коммуникационных устройств – это следствие цифровой революции, начавшейся

в 1980-е гг. и продолжающейся в настоящее время. Информация, хранящаяся на цифровых устройствах (компьютерах, планшетах, смартфонах) и распространяемая через Интернет и по специальным каналам связи, образует так называемый цифровой контент. Жизнь современного человека неразрывно связана с ним. Каждый день мы получаем огромный поток цифровой информации, используя главным образом следующие ресурсы:

веб-сайты в Интернете. Это наиболее распространенный из информационных ресурсов. Страницы веб-сайтов могут содержать текстовую, графическую, звуковую и видеоинформацию;

файловые серверы. Представляют собой специализированные компьютеры, предназначенные для выполнения операций ввода-вывода и хранящие файлы любого типа. Как правило, обладают большими объемами дискового пространства, реализованного в форме raid-массива (двух или более жестких дисков, подключенных к материнской плате);

телеконференции. Они разбиваются на группы (рубрики) по тематике;

базы данных. Обычно доступны через Интернет.

Цифровой контент может быть разделен по языковому признаку. В Интернете представлены практически все основные языки. Ряд сайтов содержат информацию на нескольких языках.

В Интернете имеет место классификация и по территориальному признаку. Некоторые сайты ориентированы на потребителей определенного региона.

Использовать цифровой контент можно для самых разных целей: бизнеса (продвижение товаров и услуг), образования, развлечения и организации досуга, общения и т. д. Наибольшей популярностью среди цифрового контента пользуются видеоматериалы, онлайн-игры, аудиоматериалы и электронные книги.

Мировой ресурс цифрового контента подразделяется на три основных вида: научно-образовательный; деловой; массовый потребительский.

Научно-образовательный цифровой контент

Развитие научно-образовательного цифрового контента является важной составляющей деятельности научных и образовательных учреждений. За счет комбинированного использования компьютерной графики, анимации, аудио- и видеоинформации такой контент обеспечивает реализацию известного принципа: лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать.

Научно-образовательный цифровой контент включает большое количество специализированных интернет-ресурсов:

научно-образовательные сайты-агрегаторы. Это ресурсы, содействующие поиску научных новостей, отчетов, монографий и диссертаций, учебников и текстов лекций, фильмов и видеозаписей (например, сайт «Наука в Рунете»). Содержат ссылки на научные, образовательные и научно-популярные порталы;

сайты научных и образовательных учреждений;

сайты Высших аттестационных комиссий Беларуси и стран СНГ;

сайты научных и научно-популярных журналов;

сайты электронных библиотек;

контентные сайты, содержащие материалы по определенным предметам (например, учебники в формате .pdf, интернет-энциклопедия «Википедия»). Интерактивные и социальные функции на таких сайтах не предусматриваются;

видеолекции и вебинары. Используются при дистанционном обучении. Могут сопровождаться домашними заданиями;

онлайн-курсы, интерактивные учебники и тренажеры. Представляют собой порталы с онлайн-программами от вузов и компаний. Предлагается возможность для обучения с получением сертификата. Вначале они были созданы для взрослых, но сегодня существуют и для школьников;

сайты по отраслям знаний.

Деловой цифровой контент

Потребителями данного цифрового контента являются как индивидуальные пользователи, так и специалисты различных предприятий и организаций. Различают следующие основные виды делового контента:

сведения о предприятиях и организациях. Представлена реклама их деятельности и более подробная информация о производимой продукции и оказываемых услугах. Данный цифровой контент может быть интерактивным (например, информационная поддержка электронной коммерции);

информация о состоянии экономики в мире и в отдельных странах. Этот контент достаточно подробно представлен на серверах мировых информационно-аналитических агентств, а также в их базах данных. Сведения о национальной экономике обычно размещаются на серверах государственных структур, отвечающих за ее государственную поддержку;

сведения о состоянии отраслевых рынков. Содержатся на сайтах, в базах данных и на серверах специализированных маркетинговых и консалтинговых агентств, а также маркетинговых служб организаций;

правовая информация. Контент включает правовые документы, а также сведения о фактах, событиях, предметах, лицах, явлениях в рамках правовой сферы жизни общества. Правовая информация регулирует отдельные стороны его хозяйственной и социально-культурной деятельности;

деловые новости. Поставляют мировые информационные агентства путем доступа к специальным базам данных. Многие газеты имеют в Интернете электронные версии. Доступ к некоторым из них платный (например, к продукции Издательского дома «Коммерсантъ»). К другим же – бесплатный (например, к электронной версии газеты «Аргументы и факты»);

справочная информация. Представлена в Интернете достаточно широко. Это, например, списки веб-сайтов компаний, онлайн-словари и энциклопе-

дии, телефонные справочники, информация о расписании движения поездов, авиарейсов, прогнозы погоды и др.

Массовый потребительский цифровой контент

Потребление цифрового контента в первую очередь связано с Интернетом, в частности, со Всемирной паутиной (WWW – World Wide Web). Эти понятия не являются синонимами: Интернет – это сеть, состоящая из миллионов компьютеров для совместного использования информации, а WWW – один из способов использования этой информации в виде многочисленных страниц, которые хранятся на специальных серверах Интернета. Кроме обеспечения работы World Wide Web, Интернет позволяет использовать электронную почту и различные мессенджеры (специальные программы для обмена информацией), а также передавать файлы по FTP-протоколу (File Transfer Protocol – один из базовых протоколов для обмена данными между компьютерами). В настоящее время наиболее популярны следующие услуги Интернета:

веб-форумы. Это сайты для проведения онлайн-дискуссий на одну или несколько тем (зависит от специализации форума). Темы одной тематики объединяются для удобства в разделы по схеме «разделы – темы – сообщения (посты)». Сообщения обычно имеют вид: «автор – тема – содержание – дата/время»;

блоги. Регулярно пополняемые авторами блогов (блогерами) интернет-дневники, где обсуждаются различные темы, а также размещаются комментарии на сообщения других блогеров. Различают личные (авторские), коллективные (социальные) и корпоративные (от организаций) блоги;

вики-проекты. Вики-проект – это совместная работа группы авторов над созданием или улучшением статей в Википедии. Создание проекта сводится к оформлению его страницы с адресом «Проект: ⟨Название проекта⟩», к разработке структуры, а также к указанию списка участников проекта и списка статей для создания или улучшения. Реклама о создании нового проекта осуществляется добавлением ссылки на проект на страницу «Википедия: Проекты с пометкой “Новый”» и размещением заметки на форуме «Википедия: Форум/новости»;

интернет-магазины. Интернет-магазин – это сайт для торговли товарами посредством Интернета. Позволяет в режиме онлайн (в своем браузере или через мобильное приложение) сделать заказ на покупку, выбрать способ оплаты и его доставки. Интернет-магазины обычно позволяют покупателям использовать функции поиска в сети для выбора товара;

интернет-аукционы. Аукционы, которые проводят на специализированных сайтах Интернета. В интернет-аукционе участвуют дистанционно, делая ставки через интернет-сайт или компьютерную программу аукциона;

социальные сети. Веб-сайты, предназначенные для построения, отражения и организации социальных взаимоотношений в Интернете. Американское

рейтинговое агентство Ebizmba представило топ-список из 15 самых популярных социальных сетей мира (в скобках средняя ежемесячная посещаемость): 1) Facebook (900 млн), 2) Twitter (310 млн), 3) LinkedIn (255 млн), 4) Pinterest (250 млн), 5) Google Plus (120 млн), 6) Tumblr (110 млн), 7) Instagram (100 млн), 8) ВКонтакте (80 млн), 9) Flickr (65 млн), 10) MySpace (42 млн), 11) Meetup (40 млн), 12) Tagged (38 млн), 13) Ask.fm (37 млн), 14) MeetMe (15,5 млн), 15) ClassMates (15 млн). Начало популярности социальных сетей относится к 1995 г. после появления американского портала Classmates.com. С 2006 г. стали набирать популярность русскоязычные сайты Одноклассники и ВКонтакте, а в 2008 г. появилась русская версия сети Facebook. Кроме функции виртуального общения, социальные сети являются эффективным инструментом рекламной деятельности. Используя профили пользователей социальных сетей, рекламодатели могут направить рекламные объявления конкретным адресатам. Наряду с пользой социальные сети могут принести и вред. Информация о пользователях, размещенная там, может быть найдена и использована кем угодно, и не обязательно с благими намерениями. Вызывает особое беспокойство тот факт, что социальные сети ощутимо повлияли на рост подростковых суицидов. Например, в социальной сети ВКонтакте описываются способы добровольного ухода из жизни и содержится соответствующая агитация. Правоохранительные органы регулярно принимают меры по закрытию «групп смерти»;

электронная почта и списки рассылки. Электронная почта – это технология общения между пользователями Интернета путем так называемых электронных писем. Достоинствами электронной почты являются простота использования, высокая скорость передачи сообщений и достаточная надежность. Недостатки заключаются в наличии спама, в ограничениях на размеры сообщений и емкость почтового ящика. В настоящее время любой пользователь Интернета может завести свой бесплатный электронный почтовый ящик, зарегистрировавшись на одном из интернет-порталов. Рассылка электронной почты по спискам – один из инструментов интернет-маркетинга, заключающегося в автоматизированной рассылке сообщений электронной почты группе адресатов. Если адресат предварительно не подписан на такое информирование, то такая рассылка является спамом;

файлообменные сети. Позволяют нескольким пользователям компьютеров совместно использовать некоторую часть данных. Основные принципы работы в файлообменной сети заключаются в следующем: пользователь скачивает программу файлообмена себе на компьютер, разрешает доступ другим пользователям к некоторой части своих ресурсов (этот процесс называется расшариванием), с помощью программы файлообмена ищет ресурсы на компьютерах других пользователей для свободного скачивания. Часто в таких сетях обмениваются фильмами и музыкой, что доставляет неприятности видеоиздательским и звукозаписывающим компаниям;

электронные платежные системы. Электронная платежная система – система расчетов между финансовыми организациями и интернет-пользователями при покупке или продаже товаров через Интернет. Электронные платежные системы аналогичны обычным системам оплаты для банковских платежных карт, но все транзакции в электронных системах проходят через Интернет. Эти платежные системы позволяют оплачивать коммунальные услуги, банковские кредиты, счета, покупки, услуги мобильной связи и многое другое, при этом осуществлять платежи можно с помощью специальных приложений для мобильных устройств;

интернет-радио. Средство массовой информации, передающее звуковые вещательные передачи и музыку посредством Интернета. Кроме потока звуковых данных обычно передаются также текстовые метаданные о радиостанции и о текущей композиции. Услуги интернет-радио доступны из любой точки мира и предоставляются как традиционными радиостанциями и их сетями, так и независимыми структурами. Интернет-радио популярно среди эмигрантов, а также тех слушателей, интересы которых не удовлетворяются традиционными радиостанциями;

интернет-телевидение IPTV (Internet Protocol Television – телевидение через протокол Интернета). Это технология передачи цифрового телевидения через Интернет. Технология позволяет транслировать телевизионные сигналы посредством интернет-канала без задействования антенны или спутниковой тарелки. Пользоваться интернет-телевидением можно на любом телевизоре с помощью специальной приставки или функции Smart TV на некоторых моделях телевизоров, а также на компьютере, планшете или смартфоне через IPTV-плеер. В Беларуси IPTV появилось впервые у государственного оператора «Белтелеком»;

IP-телефония. Осуществление связи через Интернет посредством IP-протокола. В отличие от передачи аналогового сигнала посредством телефонного кабеля, сигнал, передаваемый по IP-телефонии, сначала преобразуется в цифровой формат и в таком виде передается адресату. Далее на его оборудовании в обратном порядке преобразуется из цифрового формата в аналоговый;

мессенджеры. Мессенджер – это программное приложение для смартфона или персонального компьютера, позволяющее пользователям обмениваться текстовыми сообщениями, телефонными звонками и разговаривать с использованием видеосвязи. Мессенджеры вытеснили SMS-сообщения и стали превосходной альтернативой голосовым звонкам. Пользоваться приложением можно при подключении к Wi-Fi (т. е. без использования мобильного Интернета). В этом случае сообщения и звонки безлимитные и бесплатные;

FTP-серверы. FTP-сервер – это сервер, работающий по File Transfer Protocol (протоколу передачи файлов). Используется для обмена файлами между компьютерами по локальной сети и Интернету. FTP-системы используют при создании веб-сайтов. Вся информация, касающаяся интернет-ресурса, хранится на FTP-сервере;

поисковые системы. Компьютерные системы, предназначенные для поиска информации. Современные поисковые системы можно условно разделить на две категории в зависимости от среды, в которой проводится поиск: поисковые службы Интернета и корпоративные системы, осуществляющие поиск по ресурсам жестких или съемных дисков отдельных компьютеров или локальных сетей организаций. Существуют также смешанные варианты, которые сочетают в себе режимы поиска текстов как в Интернете, так и в локальных источниках данных. Среди поисковых служб Интернета можно выделить наиболее известные системы Google, Яндекс, Рамблер, Bing, Ask.com, а также метапоисковые системы Exactus и Nigma. К известным корпоративным поисковым системам можно отнести системы Integra, Google Desktop Search, mnoGoSearch, Copernic Desktop Search, dtSearch, Cros и diskMETA;

интернет-реклама. Реклама, размещенная в Интернете. Основные виды интернет-рекламы: медийная, контекстная и реклама в социальных сетях. Медийная (или баннерная) реклама размещается на сайтах, форумах и порталах. Одно из главных достоинств баннера в том, что он содержит анимацию, которая обычно отлично привлекает внимание посетителей. Контекстная реклама представляет собой текстово-графический или текстовый блок, который отображается с учетом контента рекламной площадки. Содержание контекстной рекламы зависит от интересов конкретного пользователя. Реклама в социальных сетях размещается на страницах пользователей;

многопользовательские игры. Компьютерные игры с участием более одного игрока. Существуют многопользовательские игры на одном компьютере (играют поочередно или одновременно с использованием нескольких терминалов) и игры по сети (локальные сети или Интернет);

интернет-трейдинг. Участие в торгах на валютной, фондовой или товарной бирже с использованием Интернета как средства связи. Благодаря повсеместному проникновению Интернета доступ к биржевому трейдингу стал возможен для многих слоев населения. Имеется возможность торговать не только со стационарных точек, но и с переносных устройств связи (смартфонов, планшетов).

ЭЛЕКТРОННЫЕ БИБЛИОТЕКИ

Р. Б. Григянец

Цифровой контент – контент, представленный в виде, который обеспечивает работу с ним с применением средств телекоммуникаций и вычислительной техники. К цифровому контенту следует отнести любой способ представления информации (электронный текст, гипертекст, фото, аудио, видео, инфо-

графика, базы данных, интерактивные карты и т. д.), распространяемой с помощью телекоммуникационных систем.

Цифровой контент имеет инновационный характер. Поэтому с этих позиций можно подойти к рассмотрению цифрового контента и способов его применения в различных сферах, включая взаимодействие органов власти и населения. Качественное согласие контента с инновацией выражается в том, что потребители становятся создателями контента. Подтверждением этого является бурный рост пользователей социальных сетей (Facebook, Одноклассники, ВКонтакте и др.), развитие блогосферы.

Цифровой контент как инновация получил оперативное ресурсное подкрепление в виде разработки и внедрения в общественные практики мобильных информационно-коммуникационных устройств (телефоны, фотоаппараты, ноутбуки, iPhone, iPad, планшеты). А реализация концепции по созданию и применению цифрового контента проникла во все сферы жизнедеятельности.

Рассмотрение цифрового контента как перевод печатного текста в цифровой формат не имеет инновационного измерения, так как не предлагает принципиально иных способов (технологий) работы с информацией, а значит, не происходит преобразования повседневной общественно-политической практики. Поэтому сегодня необходимо вести речь об эффективном использовании цифрового контента с целью преобразования социокультурной действительности.

Современные информационные технологии позволили приступить к широкомасштабному переводу накопленной человечеством информации в электронную форму и созданию принципиально новых видов информационных ресурсов, к которым относятся электронные библиотеки.

Электронная библиотека (Digital library) – упорядоченная коллекция разнородных электронных документов, снабженных средствами навигации и поиска через глобальные сети передачи данных, в том числе Интернет, в удобном для конечного пользователя виде.

Предшественники электронных библиотек:

1. *Электронные архивы.* Создавались для обеспечения компактного хранения больших объемов документов и организации системы их быстрого поиска, например, архивы распорядительных документов предприятия, архивы производственных чертежей и многие другие. На основе созданного архива документов стали разрабатываться системы, обеспечивающие управление электронным документооборотом предприятия.

2. *Сеть Интернет.* Предоставила возможность самостоятельного опубликования материалов в электронном виде и создания цифрового контента. Разрабатывались новые подходы к поиску информации в распределенной сети хранения. В этой области приоритет отдавался поиску по содержимому документа, что стало стимулом развития технологий морфологического и семантического анализа документов. В настоящее время определено, что для эф-

фективного поиска ресурсов в огромном электронном хранилище дополнительно требуются меры систематизации ресурсов по их семантике (своего рода каталогизация – как в библиотеке). Технологии семантического Web призваны существенно повысить качество поиска ресурсов.

3. *Электронные книги и периодические издания издательств.* За интернет-магазинами книг появились магазины электронных книг. Такой интернет-магазин фактически стал электронной библиотекой. В связи с этим стали актуальными технологии защиты электронных книг от несанкционированного копирования.

4. *Проекты в библиотеках.* Библиотеки тоже стали создавать коллекции электронных ресурсов. Цель проектов по созданию таких коллекций – сохранение историко-культурного наследия, обеспечение доступа к нему специалистов и населения.

Направления развития электронных библиотек

Основные направления развития электронных библиотек:

перевод в цифровые форматы и формирование электронных библиотек в области культурно-исторического и научного наследия с целью обеспечения его сохранности и свободного доступа к нему;

создание электронных библиотек на основе открытых данных;

создание телекомпаниями качественного телевизионного контента высокой четкости;

совершенствование нормативно-правовой базы размещения в сети Интернет электронного контента, либерализация правовых норм публикации в цифровой форме произведений литературы и искусства;

развитие системы электронных библиотек и формирование на их основе Национальной электронной библиотеки Республики Беларусь;

развитие электронных периодических изданий, в том числе научных;

развитие информационных ресурсов и технологий системы государственной научно-технической информации.

Цифровой контент и система массовых коммуникаций

Цифровой контент в Беларуси возник с появлением электронно-цифровых ЭВМ еще в 1960-е гг. Чаще всего это были данные бухгалтерского и складского учета на крупных предприятиях, системы планирования и учета в министерствах и ведомствах. В то же время появился первый контент, сгенерированный пользователями или, как сейчас принято говорить, Web 2.0-контент, который в то время распространялся между сотрудниками отделов АСУ различных предприятий на магнитных лентах.

В 1980-х гг. появились базы данных, распространяемые по подписке. Как правило, это были научно-технические информационно-поисковые базы дан-

ных, сформированные различными научно-информационными учреждениями (ВИНИТИ и др.) на магнитных лентах. Следовательно, такие учреждения можно считать первыми советскими компаниями – предвестниками «новой цифровой экономики».

В Беларуси в конце XX – начале XXI в. появились следующие важнейшие предпосылки для перехода страны к информационному обществу.

Быстрый рост уровня жизни белорусов с одной стороны и удешевление компьютерной техники с другой сделали персональные компьютеры по-настоящему доступными и положили начало их массовому приобретению предприятиями, а затем и населением. Плавное, но регулярное удешевление доступа в Интернет уже к 2006 г. сделало его доступным для подавляющего большинства населения и всех предприятий. Для этого РУП «Белтелеком» предпринял ряд мер по внедрению услуг передачи данных: беспарольный доступ в Интернет, пункты коллективного пользования, точки доступа Wi-Fi, ADSL (ByFly), корпоративные технологии (VPN) и пр. Указанные предпосылки позволили осуществиться следующим поворотным событиям в плане е-контента, давшим старт вхождению Беларуси в информационное общество. Прежде всего, следует отметить появление:

белорусских предприятий новой экономики (интернет-компаний, продукцией которых являются информационные услуги в чистом виде, предоставляемые через Интернет): электронных торговых площадок, платежных систем, веб-сайтов, порталов, электронной почты, информационно-поисковых систем, электронных интернет-каталогов (библиотек, предприятий и организаций, экспортеров и т. п.), а также начало частичного перехода бизнеса предприятий традиционной экономики в электронную форму (электронные магазины, системы поддержки дилерских сетей и предварительного заказа продукции через Интернет, корпоративные сайты и т. д.);

СМИ, распространяемых исключительно через Интернет: сайтов новостных агентств, интернет-газет в виде электронных почтовых рассылок;

самообслуживаемых белорусских Web 2.0-сервисов, контент которых формируется самими пользователями: форумов, блогов, чатов, личных сайтов, сайтов знакомств, поиска работы, фото- и видеохостингов и т. п.;

услуг мобильного Интернета, позволяющих белорусам пользоваться Интернетом в любой точке страны, а также в других странах мира;

сайтов практически всех органов государственной власти и управления.

БИБЛИОТЕКА В ЦИФРОВУЮ ЭПОХУ

О. М. Дрозд, М. П. Ахремчик

В современную эпоху стремительные перемены во всех сферах жизни порождают масштабные изменения и в таких социокультурных институтах, как библиотеки. Сегодня с использованием новых информационных технологий меняется положение библиотеки в обществе, расширяются и усложняются ее функции и задачи. Пользователь библиотеки является одновременно пользователем интернет-пространства и использует различные современные технологии. Он ждет от библиотеки быстрого получения информации независимо от его местоположения, а также чтобы информационные запросы были выполнены в комфортной навигации.

Как изменилась библиотека в цифровую эпоху, рассмотрим на примере Центральной научной библиотеки имени Якуба Коласа Национальной академии наук Беларуси (ЦНБ НАН Беларуси) (рис. 1).

Внедрение цифровых приложений в библиотечные процессы позволяет оптимизировать технологические циклы, повышает их производительность при одновременном сокращении трудозатрат. ЦНБ НАН Беларуси использует в своей деятельности автоматизированную библиотечную информационную систему (АБИС) БИТ-2000u, разработанную в Объединенном институте проблем информатики НАН Беларуси.

АБИС БИТ-2000u обеспечивает комплексную автоматизацию всех основных библиотечных процессов и обслуживание пользователей, а также интеграцию в систему корпоративной каталогизации.

Рис. 1. Центральная научная библиотека имени Якуба Коласа НАН Беларуси

Электронный каталог библиотеки – совокупность программных и аппаратных средств, обеспечивающая деятельность библиотеки по каталогизации, поиску, заказу и выдаче книг. В ЦНБ НАН Беларуси электронный каталог ежедневно пополняется новыми сведениями и служит поисковым средством при обращении к фондам. Он решает ряд важных внутренних технологических задач и расширяет спектр услуг для внешних пользователей. Пользователи имеют возможность дистанционного поиска, просмотра и заказа необходимых документов.

Постоянная модернизация АБИС БИТ-2000u расширяет возможности электронного каталога (http://libcat.bas-net.by). Сегодня в электронном каталоге ЦНБ НАН Беларуси можно найти не только библиографическое описание документов, но и содержание книг, полные тексты некоторых изданий.

В ЦНБ НАН Беларуси реализован проект «Автоматизированная информационная система контроля книжного фонда на базе RFID-технологий». *RFID-технологии* – способ автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах или RFID-метках. Программное обеспечение с привлечением современных радиочастотных технологий позволяет осуществлять полный автоматический контроль событий, связанных с перемещением объектов библиотечного фонда и читателей библиотеки, обеспечивает учет, хранение, инвентаризацию, выдачу книг и обслуживание пользователей, минимизируя ручные операции. При этом система интегрирована с действующими средствами автоматизации и обеспечивает неизменность основных технологических процессов работы сотрудников библиотеки.

Какие электронные услуги и сервисы предлагает своим пользователям библиотека?

В области цифровых услуг по востребованности лидирует *Электронная доставка документов* (http://edd.bas-net.by), которая дает возможность заказать и оперативно получить на свое рабочее место электронные копии документов из фондов ЦНБ НАН Беларуси, а также из баз данных, к которым библиотека имеет доступ. Библиотека предоставляет возможность оплаты за эту услугу с помощью банковской платежной карты через Интернет.

Виртуальная справочная служба (http://vhs.basnet.by) – оперативная профессиональная помощь в выполнении разовых запросов удаленного пользователя в поиске необходимой фактографической, тематической и библиографической информации в режиме запрос-ответ (рис. 2).

Автоматизированная подсистема избирательного распространения информации (ИРИ) – это система информационного обслуживания, обеспечивающая непрерывное доведение сигнальной информации о текущих поступлениях информационных источников до потребителей в соответствии с их запросами при постоянно функционирующей обратной связи. В ЦНБ НАН Беларуси данная подсистема функционирует на базе электронного каталога.

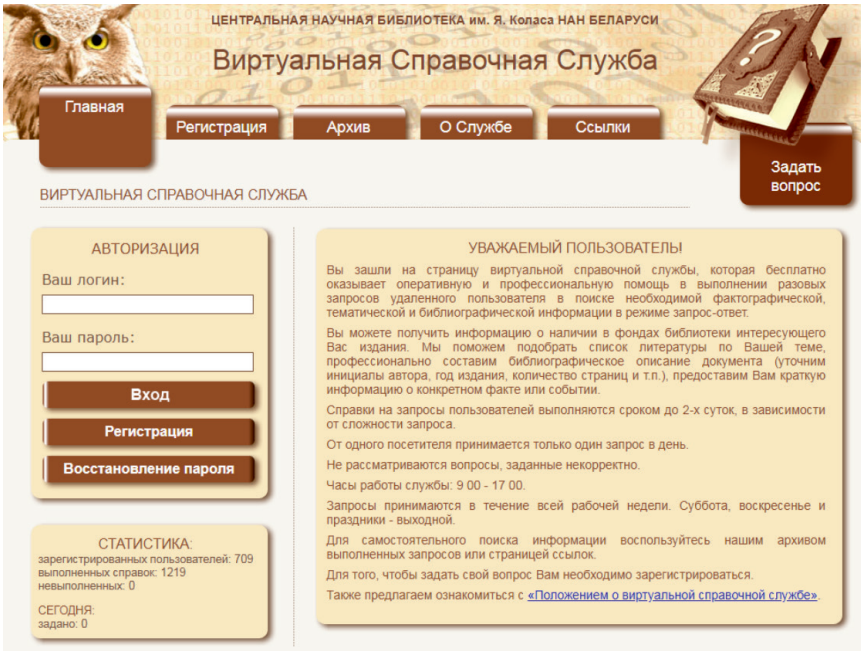


Рис. 2. Главная страница сайта Виртуальной справочной службы ЦНБ НАН Беларуси

Информирование осуществляется в автоматизированном режиме с определенной периодичностью. Абоненты ИРИ могут самостоятельно заказать тематику запросов, используя предложенный рубрикатор, а также указать периодичность информирования. Сведения о выполненных подсистемой ИРИ запросах автоматически отправляются абонентам по электронной почте. Существуют также средства обратной связи с последующей выдачей по требованию пользователя документов или их копий.

С целью комплексной автоматизации всех основных технологических процессов, связанных с определением библиометрических показателей, в ЦНБ НАН Беларуси внедрена «Автоматизированная система информационного обеспечения библиометрической оценки научной продуктивности и результативности деятельности исследовательских организаций и ученых» (БОНУС). Исходными данными для БОНУС являются библиометрические базы данных научного цитирования Web of Science, Scopus, РИНЦ и другая информация о научной деятельности ученых и организаций. С помощью системы БОНУС можно получить список наиболее цитируемых публикаций, библиометрические данные авторов, научных журналов, организаций, перечень рейтинговых журналов, в которых опубликованы работы авторов НАН Беларуси, рейтинги ученых и организаций с учетом их библиометрических показателей и другие показатели.

В качестве отдельного направления деятельности ЦНБ НАН Беларуси по информационному обслуживанию пользователей можно выделить предоставление доступа к сетевым удаленным ресурсам. Это базы данных, которые размещены на удаленных серверах издательств и агрегаторов информации и доступны через Интернет. Ученые и специалисты организаций Национальной академии наук Беларуси имеют возможность работать с подписными ресурсами непосредственно на своих рабочих местах.

В ЦНБ НАН Беларуси постоянно происходит формирование современной комфортной для читателей среды. В частности, распространение Wi-Fi в библиотеке позволило расширить возможности работы пользователей с внутренними базами данных библиотеки и интернет-ресурсами.

С целью сохранения книжного наследия ЦНБ НАН Беларуси осуществляет работу по переводу книг и рукописных материалов в электронную форму (рис. 3). Отбор изданий для сканирования определяется по следующим критериям:

ценность документа (для сканирования отбираются наиболее ценные и уникальные документы, которые имеются только в фонде библиотеки);

сохранность документа (ценные и редкие документы, которые находятся в неудовлетворительном физическом состоянии).

Процесс формирования электронных коллекций ведется поэтапно. Ведь важно не только оцифровать редкое издание, но и параллельно дать его научное описание. В дальнейшем это позволит удаленным пользователям ознакомиться не только с цифровой копией оригинала, но и получить информацию об особенностях переплета, бумаги, содержащихся на ней водяных знаков и других характеристик документа, которые являются очень важными для исследователя.

В рамках развития деятельности по оцифровке фондов и обеспечения их открытости для мирового научного сообщества в библиотеке создан *Репозиторий* – место, где хранятся и поддерживаются какие-либо данные. Чаще всего данные в репозитории хранятся в виде файлов, доступных для дальнейшего распространения по сети. Репозиторий в ЦНБ НАН Беларуси функционирует на платформе DSpace (рис. 4). Он позволяет создавать, распространять и хранить цифровые материалы правомерно опубликованных произведений. В данный момент в репозитории ЦНБ НАН Беларуси (http://library.basnet.by) существуют разделы «Публикации», «Издания», «Фонд отдела редких книг и рукописей», в которых создаются различные коллекции. Размещение в репозитории цифровых

Рис. 3. Сканирование книжного издания

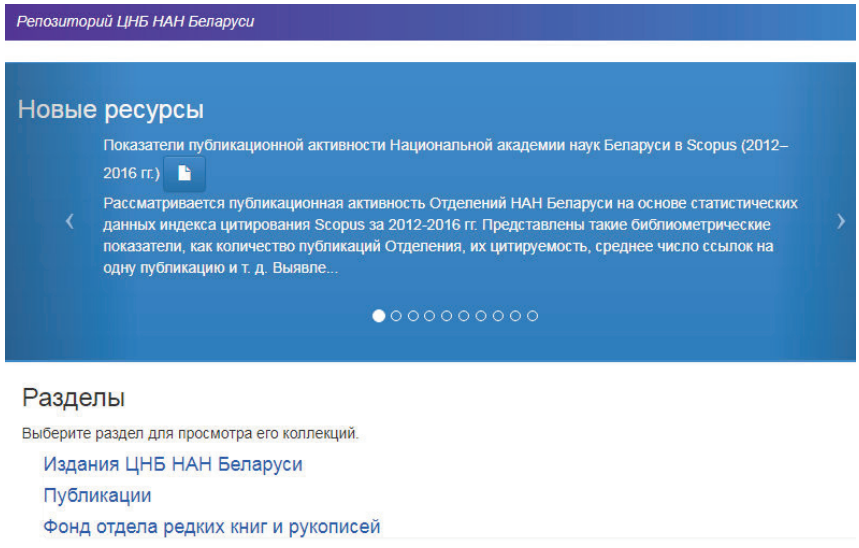


Рис. 4. Страница сайта репозитория ЦНБ НАН Беларуси

копий редких и уникальных документов позволяет обеспечить сохранность документов и предоставить исследователям новые возможности для работы с электронными копиями документов в свободном доступе.

Главные задачи библиотеки в цифровую эпоху: обеспечение публичного доступа к информации и знаниям, сохранение культурного наследия, доступность информационных и коммуникационных услуг и, самое главное, постоянный диалог с пользователями в различных формах.

ЭЛЕКТРОННОЕ ПРАВИТЕЛЬСТВО

Г. Н. Науменко

Электронное правительство (ЭП) – система государственного управления, в которой взаимодействие граждан, бизнеса, органов государственного управления и служащих обеспечивается совокупностью информационно-коммуникационных технологий. ЭП – это концепция осуществления государственного управления, характерная для информационного общества, базовая цель внедрения которого – повышение эффективности работы государственных служб. Фоном для реализации инициатив электронного правительства служат организационные реформы и воспитание (развитие) у государственных

служащих навыков, направленных на повышение уровня оказываемых ими услуг.

Формирование ЭП достигается комплексным решением следующих задач:

полной автоматизацией государственного управления на базе современных информационных технологий;

осуществлением реформы институтов государственного управления;

обеспечением правительственного веб-присутствия;

достижением высокого уровня развития телекоммуникационной инфраструктуры;

повышением уровня готовности населения к пользованию информационными услугами.

Правительственное веб-присутствие характеризуется последовательным прохождением пяти этапов: информационного, интерактивного одностороннего, интерактивного двустороннего, транзакционного, проактивного, а сам процесс становления системы ЭП можно условно разделить на три основные стадии-направления: публичность, участие и онлайн-транзакции.

К основным принципам электронного правительства относятся:

открытость и ответственность в деятельности госорганов;

наличие обратной связи при взаимодействии госорганов с гражданами, бизнесом и обществом;

однократность обращения к правительственному интернет-порталу для получения всей информации и услуг (принцип «одно окно»).

Цели функционирования ЭП достигаются повышением эффективности реализации основных функций государственной службы на основе системы оказания электронных услуг, добиваясь при этом повышения доверия граждан к государству, улучшения качества принимаемых решений, мобильности доступа, сокращения затрат на содержание госучреждений.

В целом ЭП определяется как специализированная комплексная система взаимодействия органов государственного управления с гражданами, гражданским обществом и бизнес-структурами посредством сети Интернет. Выделяются следующие уровни взаимодействия:

C2B (customer-to-business) – между гражданами и частными компаниями;

B2B (business-to-business) – между частными компаниями;

G2C (government-to-citizen) – между государственными службами (на уровне правительства, ведомств и регионов) и гражданами;

G2B (government-to-business) – между государством и частными компаниями;

G2G (government-to-government) – между органами государственного управления.

Развитие электронных практик в государственном управлении приобретает сегодня обязательный характер и служит удовлетворению социальных потребностей и благополучию членов общества. Вследствие этого развиваются новые формы государственных, общественных и хозяйственных отношений,

основным и объединяющим признаком которых является широкое использование нематериальных активов – знаний и информации.

Реализация возможностей ЭП предоставляет гражданам и другим субъектам реальный шанс участия в диалоге с органами управления всех ветвей власти, влияния на принятие решений и выдвижения собственных инициатив, получения актуальной, достоверной и своевременной информации о работе государственных структур, осуществления контроля за их деятельностью.

В Беларуси электронное правительство также развивается в целях перехода субъектов хозяйствования и граждан к новому уровню технологического развития, предусматривающего перенос процессов взаимодействия, управления и кооперации на цифровую основу. Создание информационной сетевой инфраструктуры государства сопровождается «реинжинирингом» всей системы управленческих процессов, преодолением стереотипов бюрократической культуры.

Основные направления развития ЭП в Республике Беларусь сегодня:

сквозная информатизация управленческих процессов с их последующей интеграцией в единую информационную систему;

внедрение систем идентификации и аутентификации физических и юридических лиц;

переход к хранению информации и ее обработке на распределенных ресурсах («облачные» технологии) с одновременным уходом от приобретения и обслуживания ведомственного серверного оборудования;

переход на обязательное использование электронного документооборота («безбумажные» технологии») и оцифрованной документации;

создание национальной системы безбумажной торговли и цифровых транспортных коридоров;

внедрение национального портала открытых данных;

реализация концепции «Умный город»;

создание условий для трансграничного информационного взаимодействия с другими государствами;

создание электронного архива Республики Беларусь;

оказание государственными органами и организациями услуг в электронном виде.

Реализация данных направлений осуществляется в рамках Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы и Государственной программы развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 годы.

Важнейшей межведомственной информационной системой, созданной для электронного взаимодействия государства, граждан, бизнеса и общества, является Общегосударственная автоматизированная информационная система (ОАИС). Унифицированная схема доступа посредством Единого портала электронных услуг, созданная в рамках ОАИС и размещенная в Интернете по

адресу portal.gov.by, обеспечивает пользователям возможность получения свыше 90 электронных услуг для юридических и физических лиц, а также осуществления ряда административных процедур.

Важной инициативой в развитии ЭП является проект по открытым данным. Под открытыми данными понимаются сведения, имеющие потенциальную общественную пользу в различных жизненных ситуациях, являющиеся результатом деятельности государственных органов и организаций, публикуемые ими в Интернете в машиночитаемом виде.

Данный проект поддержан и Республикой Беларусь: в рамках Государственной программы развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 годы создается национальный портал открытых данных, который выступит единой платформой для открытого размещения информации государственных органов и организаций в интернет-пространстве. В результате открытые данные выступят в качестве эффективного инструмента государственного управления, действенного способа сокращения административных затрат и повышения качества обслуживания граждан и организаций.

ЭЛЕКТРОННОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

В. А. Лапицкий, И. Э. Том

Определение, цель и общее состояние в мире

Из всего многообразия существующих определений наиболее корректно электронное здравоохранение (e-Health) можно определить как процесс деятельности, использующий совокупность информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), направленных на оптимизацию потока информации медицинского содержания с целью повышения качества предоставляемых медицинских услуг и совершенствования управления системой здравоохранения.

Электронное здравоохранение является одной из составляющих процесса превращения Республики Беларусь в ИТ-страну.

Цель реализации электронного здравоохранения в Республике Беларусь – обеспечение необходимых условий для полномасштабного охвата всех граждан страны высококачественной квалифицированной медицинской помощью независимо от их места проживания и текущего местонахождения, а также повышение эффективности управления системой здравоохранения.

Совершенствование системы e-Health имеет общественную значимость, поскольку направлено на решение следующих социально важных задач:

повышение доступности квалифицированной и качественной медицинской помощи;

получение персонифицированной информации о состоянии здоровья пациента и населения страны в целом;

повышение обоснованности принимаемых медицинских решений на основе более точной диагностики и надежных статистических данных;

повышение качества и своевременности оказания медицинских услуг.

По оценкам Всемирной организации здравоохранения, в настоящее время более 60 % стран реализуют собственные стратегии в области e-Health. Сегодня лидерами в области электронного здравоохранения являются Эстония, Республика Корея, США, Канада и большинство государств ЕС. Дальнейшее развитие e-Health в таких странах идет уже в направлениях дистанционного взаимодействия врача и пациента – Tele-Health и мобильного здравоохранения – m-Health.

Tele-Health осуществляется посредством разнообразных технических и программных инструментов, таких как социальные сети, современные средства онлайн общения – Messenger, Google Talk, Skype, Slack и др.

Появление m-Health обусловлено повсеместным использованием населением мобильных устройств – мобильных телефонов (смартфонов), карманных портативных компьютеров, планшетов. При этом ключевой особенностью m-Health является полномасштабный охват всех участников лечебного процесса – Connected Health.

По мнению большинства экспертов, сегодня электронное здравоохранение Эстонии является одним из самых передовых в Европе. В центральной базе данных здоровья собирается медицинская информация о каждом жителе страны на основе персональных идентификаторов. База охватывает всю страну и регистрирует истории болезни от рождения до смерти. В нее может быть добровольно гражданином добавлена информация с мобильных приложений, таких как пульсометр, шагомер. Конфиденциальный доступ ко всей медицинской информации о пациенте предоставляется через порталы http://www.eesti.ee или http://www.digilugu.ee посредством идентификационной карты пациента.

Вся электронная медицина для граждан Эстонии объединена в систему e-tervis, http://www.e-tervis.ee/index.php/et/, которая предоставляет сразу четыре услуги: электронная история здоровья, электронная регистратура лечебных учреждений, база цифровых снимков (результаты томографии, УЗИ, рентген, электрокардиограммы и др.) и электронный рецепт. Практически 100 % рецептов выписываются в электронном виде и обслуживаются всеми аптеками страны.

Основные составляющие электронного здравоохранения

Основными условиями для реализации электронного здравоохранения в Республике Беларусь являются:

комплексная информатизация деятельности учреждений здравоохранения;

наличие электронных сервисов для населения: интернет-запись на прием к врачу, запись на прием к врачу через инфокиоск (или терминал самозаписи), интернет-вызов врача на дом, обслуживание пациента в регистратуре лечебных учреждений с использованием пластиковой карточки пациента или универсальной идентификационной карты гражданина и др.;

полномасштабное использование электронной цифровой подписи врачами и другими специалистами учреждений здравоохранения;

выписка электронного рецепта и его отоваривание в аптечных сетях;

полномасштабное обращение электронных листков временной нетрудоспособности;

развитые национальные эпидемиологические и клинические регистры заболеваний, определяющих демографическую безопасность государства;

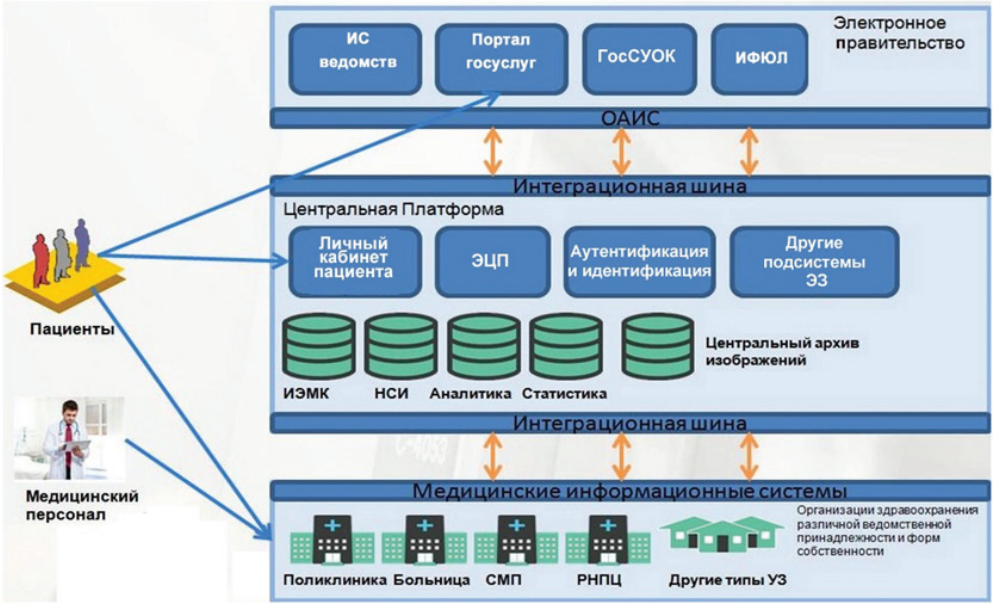
развитые специализированные или универсальные системы поддержки принятия клинических решений по различным заболеваниям, в том числе с использованием методов искусственного интеллекта;

развитая система телемедицины по различным заболеваниям и др.

Но главным компонентом e-Health является интегрированная электронная медицинская карта (ИЭМК) пациента. В нее передается информация, которая оформлена в виде структурированных электронных медицинских документов. ИЭМК – интегрированная (взаимосвязанная) совокупность электронных медицинских персональных записей, относящихся к одному пациенту, которые собираются, передаются и используются медицинскими организациями независимо от их территориального размещения. Интегрированная электронная медицинская карта – полный и целостный источник всех медицинских данных о пациенте.

При полномасштабном внедрении электронного здравоохранения реализуется принцип «информация следует за пациентом», что позволяет находить детальные сведения о проведенных диагностических и лечебных мероприятиях, результатах лабораторных исследований независимо от времени и места обращения на территории страны.

Применительно к Республике Беларусь электронное здравоохранение предполагает наличие единого информационного пространства здравоохранения, которое создается на основе центральной программной платформы централизованной информационной системы здравоохранения, технологий облачных вычислений и интеграционной шины, построенной с использованием международных стандартов (HL7 FHIR, DICOM и др.) обмена медицинской информацией и обеспечивающей информационное взаимодействие всех субъектов системы здравоохранения, а также взаимодействие с внешними государствен-



Общая схема системы электронного здравоохранения, создаваемой в Беларуси

ными информационными системами. Общая схема системы электронного здравоохранения, создаваемой в Республике Беларусь, представлена на рисунке.

Одним из основных сервисов электронного здравоохранения для населения является «Личный кабинет пациента», который должен обеспечивать ему доступ к следующим базовым сервисам:

1) запись на прием к врачу-специалисту в электронном виде по направлению и без него;

2) вызов врача-специалиста на дом;

3) заказ выписки из медицинских документов;

4) электронный рецепт (просмотр выписанных рецептов, заказ на продление рецепта);

5) доступ к своей медицинской информации, включая просмотр:

результатов лабораторных исследований;

заключений по диагностическим исследованиям;

индивидуального плана диспансеризации;

прививочного анамнеза, календаря прививок;

другой информации.

6) установление обратной связи и получение электронных уведомлений от учреждений здравоохранения.

Эффективность электронного здравоохранения

Очевидно, что создание системы электронного здравоохранения требует серьезных финансовых вложений. Например, в Великобритании реализована программа NHS (англ. National Health Service – Национальная служба здравоохранения) Connecting for Health с объемом инвестиций порядка 25 млрд долларов США при численности населения Великобритании около 63 млн человек. Объем инвестиций Евросоюза в рамках общеевропейской программы e-Health (без учета аналогичных национальных программ) уже составил около 317 млн евро. Аналогичная комплексная программа реализуется в США. В ней создается сегмент информационной системы в сфере здравоохранения в рамках электронного правительства. Общие потребности в инвестициях в электронную медицину оцениваются в 21,6–43,2 млрд долларов США на период 2014–2024 гг. Однако при этом, согласно экспертным оценкам, полномасштабное внедрение ИКТ в здравоохранение США должно привести к экономии до 77 млрд долларов ежегодно. Аналогичные исследования в Германии с населением около 80 млн человек оценивают экономию расходов при переходе на электронное здравоохранение в размере до 30 % от текущих затрат. В частности, внедрение технологии электронного рецепта позволяет экономить порядка 200 млн евро в год. Снижение расходов, связанных с выбором неправильного метода лечения, исключение избыточных терапевтических процедур и медикаментов позволяет экономить около 500 млн евро ежегодно, а экономический эффект от выявления и предотвращения страховых махинаций составит, по оценкам экспертов, около 1 млрд евро в год.

Применительно к Беларуси и ряду стран с похожей структурой системы здравоохранения можно выделить две группы показателей для оценки эффективности электронного здравоохранения: социальные и экономические.

Социальные показатели:

1) повышение оперативности и качества принимаемых решений, сокращение издержек на управление системой здравоохранения;

2) совершенствование лечебно-диагностических и профилактических мероприятий на всех уровнях оказания медицинской помощи;

3) повышение эффективности медицинской помощи за счет улучшения качества постановки диагноза и повышения обоснованности принимаемых медицинских решений;

4) повышение доступности высококвалифицированной медицинской помощи;

5) создание (развитие) систем мониторинга состояния здоровья как отдельного пациента, так и населения страны в целом;

6) повышение эффективности труда медицинского персонала за счет автоматизации трудоемких и рутинных операций, повышения достоверности данных и оперативности информационного обслуживания;

7) улучшение взаимодействия медицинских служб и учреждений.

Экономические показатели:

1) снижение расходов, связанных с оказанием медицинской помощи пациентам, благодаря уменьшению числа ошибочных диагнозов и неправильно выбранных схем лечения;

2) увеличение объема использования трудоемких лабораторных и диагностических методов исследований без увеличения штатной численности персонала за счет роста производительности труда в автоматизированных лабораториях, диагностических кабинетах и других медицинских подразделениях.

Главный социально-экономический эффект системы электронного здравоохранения заключается в сокращении потерь трудовых ресурсов, связанных с преждевременной смертностью, заболеваемостью населения с временной утратой трудоспособности, необоснованной летальностью и инвалидизацией, а также в обеспечении условий для высококачественной медицинской помощи независимо от места проживания и текущего местонахождения граждан и повышении удовлетворенности населения медицинским обслуживанием.

ЭЛЕКТРОННОЕ ОБУЧЕНИЕ

Ю. И. Воротницкий

Термин «Электронное обучение» (от англ. e-learning) возник в конце XX в. Тогда под электронным обучением понималось использование информационных технологий, телекоммуникаций, мультимедиа в учебном процессе. В настоящее время это средства и технологии, позволяющие обеспечить современные требования к образованию: мобильность (получение образовательных услуг в любом месте и в любое время, а не только в стенах учебного заведения) и непрерывность (обучение на протяжении всей жизни).

Сегодня в основе того, что мы называем электронным обучением, лежат следующие информационные и коммуникационные технологии.

Системы дистанционного и онлайн-обучения (СДО) появились достаточно давно. В первую очередь они использовались в корпоративном обучении (на первых этапах наиболее активно в военной сфере в США).

Достаточно быстро СДО стали появляться в передовых университетах. С их помощью многие смогли существенно расширить число своих студентов.

Практически все системы дистанционного и онлайн-обучения, которые использовались в корпоративном и высшем образовании, обладали схожей архитектурой и функционалом. Этот функционал обеспечивал классическую модель прохождения учебного курса, только в дистанционной форме: лекция

(тема в СДО) – практикум (тестовые упражнения в СДО). В целом ситуация с дистанционным обучением в корпорациях и вузах с тех пор принципиально не изменилась. Расширяются мультимедийные возможности курсов, разрабатываются проигрыватели курсов для мобильных устройств, для коммуникаций все чаще используются не встроенные возможности СДО, а популярные социальные сети и средства общения, все большее распространение получают механизмы адаптивного тестирования.

Мобильные и «облачные» технологии. Образование, следуя за развитием информационного общества, становится мобильным. Это означает, что доступ к информации и образовательным услугам обеспечивается постоянно, независимо от времени и места нахождения.

Наряду с использованием мобильных технологий вне учебного заведения, мобильность проникает в учебные классы и аудитории (электронные учебники, системы оценки результатов обучения, отображение презентационных и иных учебных материалов на персональных устройствах учащихся и т. п.). Мобильные технологии активно используются на всех уровнях образования.

Как правило, в настоящее время мобильное обучение предполагает использование облачных технологий. Они позволяют быстро актуализировать образовательный контент, в том числе с учетом анализа поведения и потребностей обучаемых. Эластичность облачных технологий позволяет обучаемому получать только необходимый ему объем информации и образовательных услуг в требуемый промежуток времени при гибкой тарификации платных услуг. Мобильные и облачные технологии служат платформой для развития открытого образования.

Электронные интерактивные учебники и электронные библиотеки. На протяжении последних 20 лет электронные учебники и учебные пособия эволюционировали от копий бумажных книг к мультимедийным интерактивным электронным изданиям.

Современный интерактивный учебник сочетает динамическую верстку текста на мобильном устройстве с такими возможностями, как масштабируемые цветные иллюстрации, удобно воспроизводимые формулы, мультипликация, музыкальное сопровождение и озвучивание, видеоролики, интерактивная инфографика и трехмерные модели, встроенные инструменты компьютерного тренинга и контроля, средства дополненной и виртуальной реальности.

Объединение электронных изданий в онлайновые библиотеки позволяет получить новые свойства за счет интегрированного глоссария, общей системы гиперссылок, сквозного поиска по библиотеке, построения семантических связей между учебными материалами. В целом электронные учебные издания эволюционируют от скачиваемых и используемых офлайн-книг к онлайновым «облачным» библиотекам.

Электронные образовательные тренажеры. Сегодня такие веб-приложения позволяют реализовать деятельностный подход в обучении, принцип по-

строения индивидуальной образовательной траектории, использовать естественный мотивирующий фактор в форме интеграции современной компьютерной технологии с соревновательно-игровыми формами деятельности.

Игрофикация (геймификация). Можно выделить два направления игрофикации. Первое – получение новых знаний и компетенций в процессе игровой деятельности. Примерами такого использования являются проекты Lego Education и MinecraftEdu.com. Второе, не менее важное направление игрофикации – внесение элементов соревнования в образовательный процесс. Это направление опирается на желание среднестатистического учащегося получить за проделанную работу вознаграждение, пусть и виртуальное.

Искусственный интеллект. Системы искусственного интеллекта находят применение для обеспечения деятельности обучаемых и педагогов. Для обучаемых они позволяют обеспечить персонализацию онлайн-обучения, устранять пробелы в знаниях, выйти на новый уровень геймификации, реализовать функции виртуального помощника в системах открытого образования. Для педагогов позволяют автоматизировать ряд процессов по созданию онлайновых учебных курсов и образовательных приложений, предоставляют новые возможности для анализа результатов образовательной деятельности.

Использование социальных сетевых сервисов. Социальные сетевые предоставляют пользователям виртуальные площадки, связывающие людей в сетевые сообщества с помощью компьютеров и мобильных устройств, подключенных к Интернету.

Системы виртуальной и дополненной реальности. Уже сегодня системы виртуальной и дополненной реальности позволяют создавать инновационные средства обучения и виртуальные лаборатории. Эти технологии позволяют на новом уровне вовлечь обучаемых в образовательный процесс, повысить их мотивацию.

3D-печать. Аддитивные технологии позволяют оперативно материализовать пространственные трехмерные модели, разработанные обучаемыми, развивать пространственное воображение, геометрическое мышление и практические навыки 3D-моделирования.

На платформах электронного обучения реализуются современные тренды образования, возникающие в процессе его цифровой трансформации:

дистанционное обучение и мобильное образование, позволяющие получить необходимые знания и компетенции «здесь и сейчас», вовлекать в педагогический процесс преподавателей вне зависимости от их географического местоположения;

открытое образование, обеспечивающее широкие возможности дистанционного обучения различных групп населения на протяжении всей жизни на базе образовательных платформ, основанных на взаимодействии учебных учреждений, центров и их виртуальных представительств;

проектное, проблемно ориентированное, эвристическое обучение на современных информационно-коммуникационных платформах, обеспечивающее удовлетворение рынка труда в творческих способностях;

совместное, социально-эмоциональное обучение;

индивидуальное обучение, удовлетворение потребностей человека в построении собственных траекторий образовательного процесса на протяжении всей жизни, дифференциация и персонализация учебных программ.

ЭЛЕКТРОННАЯ ТОРГОВЛЯ И ЛОГИСТИКА

А. В. Решетняк

Начало развития электронной торговли относят к концу 1960-х гг., когда посредством компьютеров и систем связи стала осуществляться продажа авиабилетов, оказание ряда банковских услуг (банковские системы VISA и др.), заказ товаров по телефону, ТВ-магазины.

В настоящее время электронное ведение бизнеса представляет собой глобальное явление. Электронная торговля является составной частью электронного бизнеса и оказывает огромное влияние как на торговые предприятия, так и на экономику и общество в целом. Самое главное в электронной торговле это то, что благодаря Интернету люди могут совершать покупки, не отрываясь от повседневных дел. Главное преимущество электронного способа торговли – минимальные издержки в процессе привлечения новых покупателей.

Электронная торговля – общая форма оказания информационно-коммуникационных услуг в сфере торговли. Основным принципиальным отличием электронной торговли от традиционной является продвижение товара через Интернет. В интернет-бизнесе, как и в бизнесе реальном, всегда существует конкуренция: начиная с индивидуального предпринимателя и заканчивая крупными интернет-предприятиями. Интернет-пространство – это виртуальный мегаполис, который динамично развивается, и, естественно, возможностей найти там свою нишу значительно больше.

Основное отличие реального бизнеса от виртуального – это то, что в реальном бизнесе необходимо взаимодействовать с людьми, предоставляя место осуществления этого бизнеса (конкретный топологический адрес). Виртуальный – это в основном то, что мы видим перед собой на экране монитора. Для организации интернет-бизнеса необходимо, как и в бизнесе реальном, встречаться со специалистами хотя бы в виртуальном пространстве, на форумах

и в чатах, консультироваться, создавать план, изучать технологии, постоянно продвигать свой сайт и свой продукт.

Первыми наиболее распространенными формами электронной торговли стали интернет-магазины, которые реализовали в виртуальном пространстве систему заказа товаров по почте/телефону. Эту систему затем перенесли в Интернет.

В конце 1994 г. была проведена первая защищенная коммерческая транзакция с использованием Сети, которую осуществила компания NetMarket. Транзакцией, положившей начало современным электронным торговым системам, стала оплата приобретения музыкального компакт-диска с альбомом Ten Summoner's Tales певца Стинга. С тех пор электронная коммерция превратилась в относительно небольшой, но быстрорастущий сектор мировой экономики.

Важнейшее значение при создании систем электронной торговли имеет использование информационных технологий для рекламы, заказа, оплаты покупок и контроля их доставки покупателям. В целом можно говорить об электронизации торгового документооборота.

Важен режим сделок, заключаемых в Интернете: онлайн или офлайн.

Офлайновые сделки заключаются через Интернет, но доставка товаров осуществляется обычным путем. Интернет-магазин выполняет здесь роль такого же средства связи, как телефон или факс. Это просто модернизированная модель рассылочной или каталожной торговли.

Онлайновые сделки полностью совершаются в Интернете. Товары и услуги здесь перемещаются в цифровом формате от компьютера к компьютеру (тексты, музыка, картины и т. д.)

Следует также отметить, что электронизация торговли становится выгодной только с ростом масштабов бизнеса. До тех пор, пока несколько человек без особых усилий справляются с ручной обработкой заказов покупателей, особенно если цена каждого отдельного заказа относительно низка или количество покупателей невелико, проще всего организовать интернет-магазин именно таким образом. Но для фирм, проводящих сотни транзакций в день и ориентированных на бизнес в Интернете, это решение неприемлемо.

Взаимодействие составных частей интернет-торговли показано на рис. 1.

Процесс торговли требует определенной степени доверия между его участниками. Стороны, общающиеся, заключающие сделки или производящие расчеты и платежи в электронной форме, должны иметь возможность:

идентифицировать друг друга;

быть уверенными в целостности передаваемой информации;

быть уверенными в обеспечении конфиденциальности сеанса связи.

Повышению доверия будет способствовать развитие законодательной базы интернет-торговли, внедрение системы электронных платежей.

Важный элемент доверия – использование электронных платежных систем, когда покупатель производит оплату за выбранный товар или услугу непо-

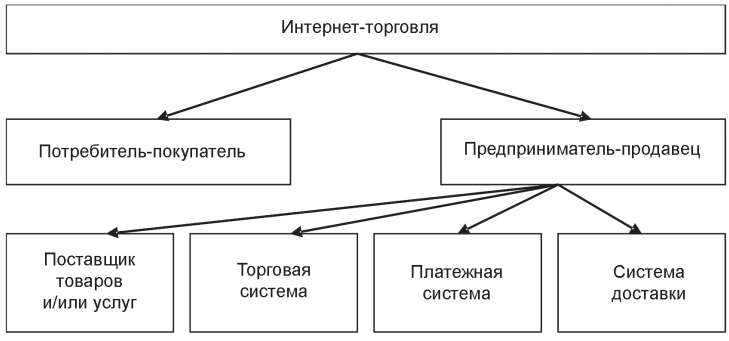


Рис. 1. Структура интернет-торговли

средственно со своего персонального компьютера, используя либо обычную банковскую карточку, либо карту специальной платежной системы, аналогично карточке за предоставление доступа в Интернет.

В торговле (традиционной и электронной) проблема достоверности информации о товарах и поставщиках и, как следствие, проблема продажи потребителям безопасных для здоровья человека и животных качественных продуктов и товаров связаны с применением технологий нумерации (кодирования) и идентификации товаров и поставщиков.

Идентификация (от лат. identificare – отождествлять) – установление соответствия реального объекта, товара представленной на него документации, его названию во избежание подмены одного объекта другим.

Товарная нумерация – процесс присвоения продукции (товарам) неповторяющихся товарных номеров, обеспечивающих однозначную идентификацию этих товаров (продукции) в системах обработки информации и в сетях передачи данных.

В соответствии с международными рекомендациями и национальными требованиями идентификации подлежат поставщики и производимые ими товары. Естественно, что идентификации предшествует товарная нумерация.

Технологии автоматической идентификации, включающие распознавание и регистрацию объектов в реальном времени без участия человека, наиболее полно соответствуют этой задаче. Эти технологии базируются на штриховой или радиочастотной идентификации.

Наиболее ярким примером номерных систем идентификации являются коды штриховой маркировки (штрихкоды) для товаров широкого потребления и номера ISBN для книг.

Товарные номера применяются как на конечных товарах потребления, так и на упаковке для их отправки.

Мировым стандартом процедур идентификации является GS1 – стандартизированная информация, содержащая номера производителей, стран происхождения товара, видов товаров и т. д.

На основе систем идентификации формируется электронный документооборот, а логистика и транспортировка товаров от производства до конечного потребителя значительно облегчается.

Для идентификации товаров все более широко используется RFID-технология (англ. Radio Frequency Identification – радиочастотная идентификация).

Идентификация товаров должна обеспечивать их автоматическую обработку как сканирующим оборудованием, так и другими средствами, а также единый учет на всех этапах от производства до реализации.

При этом идентификатор товара должен:

иметь возможность его автоматической обработки имеющимся сканирующим оборудованием в точках продаж;

однозначно указывать товар и производителя товара;

иметь возможность кодирования характеристик товара (срок годности, дата изготовления и др.) и сопровождающих документов (сертификаты и т. п.);

содержать данные для организации доступа к ведомственным базам по сертификации продукции.

Единственной системой, обеспечивающей эти требования, является система автоматической идентификации, основанная на международной системе классификации GS1, известной как система товарной нумерации и штрихового кодирования.

Система GS1 включает в себя три важнейших компонента:

1. Идентификация (стандартизированные числовые схемы кодирования, идентификаторы товаров, услуг, структурных логистических элементов).

2. Носители информации (специальные носители данных со считываемыми идентификационными номерами: штрихкоды, RFID).

3. Системы электронных коммуникаций (стандарты электронного обмена данными между сотрудничающими организациями).

Схема взаимодействия компонентов системы идентификации представлена на рис. 2.

Товарная нумерация осуществляется в соответствии с предварительно разработанной системой классификации товаров.

Классификация (от лат. classis – разряд и facer – делать) – распределение, разделение объектов, понятий, названий по классам, группам, разрядам, при котором в одну группу попадают объекты, обладающие общим признаком. Например, классификация отраслей экономики (отрасли производственной и социальной сферы), классификация товаров (потребительские товары длительного и текущего пользования, продовольственные и промышленные) и т. д.

Классификация по стандарту позволяет не только находить товар в каталоге, но также и описать его, а именно установить классификационную товарную группу и подгруппу, т. е. ранжировать товар. Некоторые стандарты предлагают возможность описать характеристики продукта или метки ключевыми словами. С помощью таких классификаций можно быстро найти товар, который всесторонне описан и ранжирован в иерархической структуре.

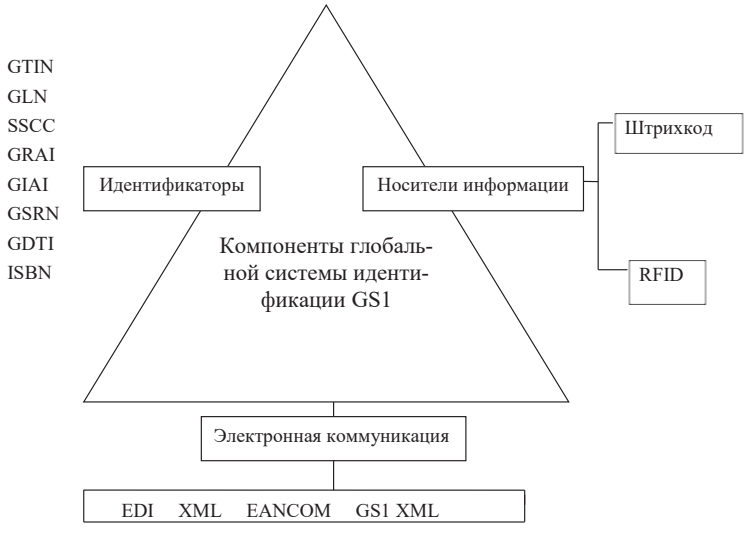


Рис. 2. Взаимодействие компонентов системы идентификации (www.gs1.org)

Международной организацией GS1 была предложена технология применения уплотненных штриховых кодов (англ. Reduced Space Symbology, RSS), получивших название DataBar. Эта технология позволяет также кодировать маломерную продукцию в связи с уменьшением характеристик кода и допускает нанесение кода практически принтерным способом.

Радиочастотные метки − специальные метки, несущие как идентификационную, так и пользовательскую информацию. Данные передаются посредством радиоволн.

Основные преимущества RFID-технологии:

скорость чтения меток, которая может достигать 1000 шт/с;

метка может располагаться внутри упаковки (если она не металлическая), обеспечивая ее скрытность и сохранность;

возможность чтения и записи метки на большом расстоянии;

срок жизни метки практически не ограничен;

сфера применения RFID-технологии постоянно расширяется.

Основными областями применения технологии радиочастотной идентификации сегодня являются складское хозяйство, логистика и управление цепочками поставок от производителя к потребителю в режиме реального времени, системы контроля движения объектов и многое другое. Потенциал применения RFID огромен, как в торговле, так и в логистике.

ЦИФРОВОЙ БАНКИНГ

М. М. Ковалев

В начале XXI в. в нашу жизнь стремительно ворвались цифровые финансовые технологии, или финтех (Fintech), соединяющие в себе сферу инновационных технологий и финансовых услуг, что в корне изменило монетарный облик современного мира.

Распространение цифровых финансовых технологий связано с определенными рисками для банков, среди которых – риски снижения доходности, отставания имеющихся бизнес-процессов от скорости развития инноваций, риски недостаточной защиты потребителей и данных, риски быть использованными в легализации преступных доходов, риск перемещения банковских операций посредством цифровых бизнес-моделей в неконтролируемый регуляторами сектор. Банки все чаще сотрудничают с финтех-компаниями и отдают на аутсорсинг множество процессов, что также порождает дополнительные риски.

Согласно исследованию McKinsey, в условиях дальнейшего развития цифровых технологий наиболее универсальный вариант – превращение традиционных банков в цифровые (Digital Banks), которые предоставляют широкий спектр финансовых продуктов и услуг. Цифровые банки не имеют фронт-офисов, а для оказания услуг используют мобильные приложения и сайты. Нередко их называют онлайн-банками или директ-банками, а в Великобритании их относят к challenger banks, что означает «банк-претендент».

Среди самых популярных цифровых банков следует назвать: банки Atom, Monza и Revolut (Великобритания), Number26 и Fidor Bank (Германия), Saxo Bank (Дания), Moven (США), Nemea (Мальта), WeBank и MyBank (Китай), Тинькофф-Банк (Россия), Ferratum (Финляндия), Morning (Франция).

Список банковских услуг, предлагаемых новыми цифровыми банками, схож с услугами финтех-компаний: операции по счетам, выдача кредитов, инвестиции, работа с депозитами. Однако цифровые банки начинают использовать и новые форматы, которые зависят от экономического и технологического развития страны, принятой законодательной базы и развитости банковской сферы.

Массачусетский технологический институт в докладе «Манифест цифрового банкинга: это конец банков?» [1] описывает три волны инноваций в цифровом банкинге: «фундаменталисты», «цифровые гибриды» и «полностью цифровые банки». Волна «фундаменталистов» поднялась в 1970 г. (начало экспериментов Citibank с банкоматами) и развивалась в 1980-е гг. (пилотные проекты онлайн-банкинга: Citibank, Chemical Bank, французский сервис Minitel). Такие банки лишь имитировали оцифровку своих технологических процес-

сов, ограничиваясь красивым веб-сайтом, SMS-сообщениями на телефон клиента и личным электронным кабинетом. Но основные финансовые процессы шли вполне традиционно.

Основы более современной волны – «цифровые гибриды» – заложил в 1996 г. NetBank, в этом направлении следуют Atom, Fidor, DBS Digibank (Сингапур), LHV Pank (Эстония). Банки этой волны используют специальную ИКТ-инфраструктуру, которая на 60–80 % дешевле инфраструктуры традиционного банка при реализации и на 30–50 % – при ее поддержании. В ней присутствует электронный интерфейс, оптимизирующий все процессы, который, однако, опирается по-прежнему на централизованные хранилища информации с уязвимыми протоколами передачи данных и классический банковский бэк-офис – это своего рода мост между банками традиционными и полностью цифровыми.

Банки третьей волны – «полностью цифровые банки», digital natives – используют современные ИКТ и тесно интегрируются с жизнью современных людей, постоянно использующих мобильные устройства в Интернете.

PwC в отчете «Технологии финансовых услуг в 2020 году и в дальнейшем: революционные перемены» так описывает глобальный многофункциональный цифровой банк: «…клиенты просматривают свои счета с мобильных телефонов, платят одним касанием экрана со своих мобильных устройств и переводят сбережения в портфель биржевых индексных инструментов (подобранных системой искусственного интеллекта на основе цели их сбережений и склонности к риску) с возможностью бесплатных трансграничных платежей. <…> банк с низкими потребностями в ресурсах и высоким уровнем гибкости, который быстро разрабатывает новые услуги, обеспечивает прозрачность в соблюдении требований регулирующих органов, использует искусственный интеллект для ограничения убытков от мошенничества и хеджирует валютные риски с помощью криптовалют» [2].

Сегодня мировой банковский сектор находится в самом эпицентре цифровой трансформации, и традиционные банки, намеревающиеся быть конкурентоспособными в цифровом будущем, прилагают огромные усилия в поисках новых технологий цифровой трансформации, чтобы стать более динамичными, оперативными и эффективными в удовлетворении потребностей клиентов.

Выделим важнейшие направления цифровой трансформации, которые традиционные банки только начинают осваивать:

цифровой банкинг – реализация финансовых услуг с помощью мобильных и онлайн-платформ, что совершенствует качество работы банка с клиентом, экономит время и издержки, повышает безопасность, увеличивает скорость и качество работы сервисов. Традиционно с момента зарождения банковского дела обслуживание клиентов осуществлялось посредством физического контакта в отделениях банка. В период активного развития дистанционного банковского обслуживания появились телефонный банкинг, терминальный бан-

кинг, интернет-банкинг, ТВ-банкинг, мобильный банкинг, включающий платежи и переводы с помощью смартфона одного физического лица другому. Но цифровой банкинг – это уже не только цифровые каналы общения с клиентом, это цифровые продукты, круглосуточно удовлетворяющие запросы клиентов. Ведущие игроки предлагают новый и улучшенный опыт работы с клиентами и предоставляют более быстрые и эффективные услуги. При цифровой модели банковского обслуживания появляются такие способы коммуникации, как обратная форма связи посредством веб-приложения банка в мобильном телефоне, социальные медиаплощадки (ВКонтакте, Одноклассники, Facebook, Twitter и др.), а также интерактивная видеосвязь с клиентом в точках продаж, отделениях и устройствах самообслуживания. Согласно исследованию McKinsey, проведенному во Франции, розничные банки, активно развивающие цифровые каналы обслуживания, смогли опередить традиционные кредитные учреждения по индексу потребительской лояльности Net Promoter Score в среднем на 15–60 % [3, с. 85];

электронные платежные системы, берущие процент или комиссию с продавца товара (заемщика), который использовал платформу данной расчетной системы. Среди наиболее известных финтех-компаний в сфере платежей – компания PayPal, владельцем которой является интернет-аукцион Ebay; китайская компания AliPay, обслуживающая мировой интернет-магазин Alibaba; компания Klarna, лучшая европейская платежная система подобного типа. В Германии активно развивается компания Sqware – конкурент PayPal, владельцем которой является основатель Twitter – Дж. Дорси. В России известные компании подобного типа – электронные кошельки Яндекс.Деньги, Qiwi, Google. По прогнозам Statista общая сумма сделок в сегменте цифровых платежей в 2019 г. составит 4137,5 млрд долларов, а к 2023 г. вырастет до 6699,2 млрд долл. [4];

моментальное онлайн-кредитование с предоставлением клиентам кредитов на период до получения зарплаты, которые не практикуются традиционными банками из-за высокого риска. Одной из первых фирм на этом рынке была британская Wonga. Она выдает кредиты до 400 фунтов стерлингов на срок от 1 до 35 дней, а для заемщиков, несколько раз погасивших кредиты в срок и в полном объеме, максимальная сумма может быть увеличена. При этом клиенты могут получить деньги на банковскую карту или сразу осуществить платеж (например, за коммунальные услуги). Пионерами моментального кредитования в Беларуси стали «Альфа-банк», «Белгазпромбанк», «БелВЭБ»;

пиринговое кредитование, или P2P-кредитование – альтернатива банковскому розничному кредитованию, предоставляющая возможность производить заимствования населением у других физических лиц. Популярность этого направления объясняется меньшими процентными ставками по сравнению с традиционным розничным банкингом. В США популярна площадка Lending Club, которая в соответствии с кредитной историей и целью займа предостав-

ляет займы от 1 тыс. до 35 тыс. долл. (для юридических лиц – до 300 тыс.) по ставке от 6,78 до 27,99 %. У пирингового кредитования есть две модели: клиент, предоставляющий ресурсы, сам выбирает проект для кредита и берет на себя риски; или, как в китайской модели, пиринговая площадка собирает деньги, т. е. они фактически становятся депозитами, и сама распределяет их между проектами. Массовые банкротства китайских пиринговых площадок, многие из которых превратились в финансовые пирамиды, несмотря на обязательство проводить операции через счет в банке, показывают ненадежность китайской реализации этой модели. В то же время экс-глава МВФ К. Лагард [5] считает, что пиринговые площадки, обладающие передовыми технологиями больших данных и искусственного интеллекта (ИИ) для автоматического кредитного скоринга, имеют большое будущее;

краудсорсинг – мобилизация ресурсов людей посредством информационных технологий с целью решения задач, стоящих перед бизнесом, государством и обществом в целом. Краудсорсинг как инструмент финансирования включает три направления: краудфандинг – сбор средств для реализации проектов без последующего участия в акционерном капитале; краудлендинг – кредитование физическими лицами других физических или юридических лиц через специальные интернет-площадки; краудинвестинг – сбор средств для реализации проектов с последующим участием в акционерном капитале. Первый успешный проект краудинвестинга – платформа EquityNet, привлекшая в 2014 г. 240 млн долларов от 45 тыс. инвесторов. В Беларуси широко известна краудфандинговая площадка «Улей»;

удаленная идентификация – уже повседневность, клиентов по отпечаткам пальцев идентифицируют Bank of America, Merrill Lynch, Royal Bank of Scotland. Используют банки и другие биометрические данные: например, Standard Chartered Bank и Citibank – образец голоса, Barclays (Великобритания) – сосудистый рисунок пальца, HSBC (Великобритания) проводит идентификацию по селфи. Внедрение удаленной идентификации и механизмы, распознающие биометрический признаки, позволяют запустить полноценный электронный документооборот, который прежде был невозможен. В 2018 г. Royal Bank of Scotland выдал первую ипотеку без распечатанных и подписанных ручкой документов;

обработка естественной речи человека (Natural Language Processing, NLP), которая включает в себя распознавание, понимание и генерацию речи. По оценкам Gartner, через 3–4 года цифровые банковские ассистенты будут понимать вопрос клиента на естественном языке и отвечать в режиме диалога. Согласно отчету PYMNTS Call Center Commerce Tracker, 55 % клиентов готовы также пользоваться визуальным IVR – интерактивным меню на своем смартфоне, которое работает по тому же принципу;

использование ИИ банка. Для юридических лиц, желающих открыть счет или получить кредит, вместо разнообразных анкет нужно лишь сообщить

банку регистрационный номер компании. Система искусственного интеллекта банка на основании собственных данных и информации из внешних источников создает детальный портрет компании, ее дочерних структур, собственников, клиентов, юрисдикций, собирает данные о возможных судимостях. Вместо отдела безопасности банка ИИ реализует процесс комплексной клиентской проверки, обычно занимающей много времени, – автоматизированное принятие на обслуживание новых клиентов;

робоэдвайзинг – автоматический сервис с помощью роботов-советников, которые подбирают инвестиционные активы и управляют портфелем. Экспертное мнение по приобретаемым активам предлагает приложение на смартфоне, которое агрегирует информацию из открытых источников, аналитические отчеты и прочую необходимую информацию, обрабатывает массивы данных с помощью ИИ и предлагает пользователю наиболее вероятный сценарий.

С 2017 г. уже серьезные банковские игроки стали выделять значительные средства на свою цифровую трансформацию. По данным исследования Boston Consulting Group, топ-игроки мирового рынка банковских услуг вкладывают серьезные средства в создание цифровых банковских моделей. Крупнейшие банки, располагающие компетентными кадрами и амбициозными руководителями, щедро инвестируют в цифровые технологии и извлекают выгоду из их применения благодаря эффекту масштаба.

В рамках исследования Global Banking Outlook 2018, проведенного компанией Ernst&Young, 85 % банков выделили реализацию программы цифровых преобразований в качестве одного из основных стратегических приоритетов. Банки, участвовавшие в этом исследовании, считают, что инвестиции в цифровые технологии являются ключевым аспектом достижения устойчивого успеха, поскольку это позволяет повысить эффективность, более адекватно управлять рисками и максимизировать возможности роста, создавая более масштабируемые бизнес-модели, ориентированные на цифровые выражения [6].

Подобно тому, как финтех-компании пытаются проникнуть на рынок банковских услуг, банки выходят за рамки предоставления традиционных услуг и предлагают клиентам комплексные решения, сотрудничая с финтех-компаниями и создавая так называемые экосистемы. Лидеры цифровой трансформации уже применяют новые подходы к организации и анализу больших данных, что позволяет крупнейшим банкам повышать точность кредитного скоринга, формировать индивидуальные предложения, адресованные клиентам, и эффективно распределять ресурсы. Кроме того, крупные банки стремительно меняют формат своих отделений, сокращают их количество (только «Сбербанк» за 2016 г. закрыл 1327 офисов, в 2017 г. – 704 офиса), оснащая оборудованием, необходимым для самостоятельного осуществления клиентами большинства сервисных операций, и сосредоточивая усилия оставшегося персонала на консультировании и продажах. Кроме того, в мире появляется все больше банков, у которых никогда не было отделений.

Эффективный и ориентированный на клиента переход на цифровые технологии в банковской сфере требует не только инвестиций в ИКТ, но и радикального изменения бизнес-моделей. По мнению С. Кюхля из Forbes, «для того чтобы не отстать от новых технологий и суметь удовлетворить растущие ожидания клиентов, банкам необходимо осознать дух экономики совместного потребления, выйти за рамки регуляторных и технологических ограничений, а также предельно сосредоточиться на своих основных компетенциях в цепочке создания стоимости» [7].

По версии аналитика Business Insider Дж. Хеггестьюена, неизбежная цифровая трансформация банков повлечет за собой следующие изменения:

банки, не успевшие быстро осуществить цифровую трансформацию, потеряют клиентов, их вкладчики перейдут к финтех-фирмам. Цифровой банкинг становится единственным поставщиком новых клиентов для банка за счет поколения Z (14–19 лет), которое еще не охвачено банковским обслуживанием (типичный пример – российская система «Сбербанк-онлайн», придуманная Г. Грефом, стала привлекать миллионы блогеров из числа студентов и школьников);

банковские отделения отживут свое. Пройдет еще некоторое время, прежде чем они окончательно умрут, но рост стоимости транзакции через отделения обязательно приведет к их ликвидации;

банкоматы ожидает участь телефонных будок. Стоимость их обслуживания ниже, чем у банковских отделений, но когда оборот наличных значительно снизится, потребность в них многократно упадет;

основным каналом связи с банком станут смартфоны, которые заменят банковские пластиковые карточки, что уже массово происходит в Китае и единично в Беларуси (SamsungPay). Смартфоны повсюду сопровождают своих владельцев, собирают о них информацию и с современными мобильными приложениями гораздо лучше знают их финансовые предпочтения, чем консультанты в банке;

в работе с пользователями банками будут применяться сложные системы управления на основе технологий углубленной аналитики, позволяющие проводить тщательный анализ клиентской базы, прогнозировать спрос на услуги, вносить адресные предложения для пользователей.

Успех цифровой трансформации белорусского банковского сектора в ближайшие годы будет зависеть от того, смогут ли банки сократить цифровое отставание от лидеров отрасли, стать открытыми для сотрудничества с финтех-компаниями и использовать возможности, которые открываются благодаря быстрому переходу клиентов на обслуживание с помощью смартфонов.

Цифровая реальность еще не стала естественной средой для белорусских банков, однако рано или поздно каждый банк, который захочет продолжать свою работу и остаться конкурентоспособным, будет вынужден сделать свой бизнес цифровым, чтобы соответствовать новым потребностям и ожиданиям

клиентов. Нет никаких сомнений, что белорусским банкам рано или поздно предстоит полностью перейти на цифру. Вопрос в том, каким образом и какими темпами это будет происходить.

Время ставит перед белорусскими банками новые задачи, которые кардинально отличаются от задач в прошлом. Самое главное – отвечать постоянно меняющимся требованиям клиентов. Невозможно продолжить конкурентную борьбу и остаться востребованными среди клиентов, если не трансформировать организацию работы и оставить клиентское обслуживание на старом уровне, когда предлагаемые банком услуги, качество и скорость обслуживания остаются прежними. В соответствии с ожиданиями клиентов предлагаемые банками цифровые продукты и в целом отношения с банками должны стать беспроблемными и ориентированными на нужды конкретного человека. Банкам следует начать упрощение продуктов и услуг и одновременно создавать свои продукты с учетом пользовательского опыта, а не просто исходить из процессов. Наконец, банкам надо внимательнее прислушиваться к отзывам клиентов и использовать их для своевременной разработки нужных услуг.

Отметим, что многие приложения белорусских банков широко известны: – это мобильный банкинг BGPB Mobile от «Белгазпромбанка», а также мобильный банкинг insync.by от белорусского «Альфа-банка» (6-е и 7-е места соответственно в рейтинге эффективности мобильных банков для смартфонов согласно Mobile Banking Rank CIS 2017 [8]).

Пока только отдельные операции традиционных белорусских банков реализованы с помощью смартфона. В цифровом банке практически все операции и услуги нужно осуществлять с помощью смартфона или планшета.

И еще одно: Декрет Президента Республики Беларусь № 8 от 21 декабря 2017 г. «О развитии цифровой экономики» дает белорусским банкам беспрецедентные возможности в рамках цифровой трансформации на льготных условиях, создавая дочернюю фирму в Парке высоких технологий, осваивать нетрадиционные услуги цифрового банкинга, работы с криптовалютами. Будем надеяться, что в ближайшее время в ПВТ появятся с десяток цифровых точек белорусских и иностранных банков, которые создадут ядро Международного цифрового финансового центра, который предполагается разместить на территории бывшего аэропорта «Минск-1».

Успешность развития финансовых технологий в банке находится в прямой зависимости от вложений в такие технологии и от государственной поддержки. Белорусское государство активно поддерживает цифровую трансформацию, сектор финтех-компаний, мобильный формат банковского обслуживания и передовые технологии вроде блокчейна. Ставя приоритетной задачей развитие финансовых технологий, правительство делает ключевые шаги в ускорении темпов роста государства в целом.

Литература

1. Lipton, A. Digital banking manifesto: the end of banks? [Electronic resource] / A. Lipton, D. Shrier, A. Pentland // Massachusetts Institute of Technology. – Mode of access: https://www.getsmarter.com/blog/wp-content/uploads/2017/07/mit_digital_bank_manifesto_report.pdf. – Date of access: 25.09.2019.

2. Технологии финансовых услуг в 2020 году и в дальнейшем: революционные перемены [Электронный ресурс] // PricewaterhouseCoopers. – Режим доступа: https://www.pwc.ru/ru/banking/publications/_FinTech2020_Rus.pdf. – Дата доступа: 25.09.2019.

3. Цифровая Россия: новая реальность. Июль 2017 г. / А. Аптекман [и др.]. – М. : McKinsey, 2017. – 133 с.

4. Digital Payments [Electronic resource] // Statista. – Mode of access: https://www.statista.com/outlook/296/100/digital-payments/worldwide. – Date of access: 26.09.2019.

5. Лагард, К. Деятельность центральных банков и финтех – дивный новый мир? Конференция Банка Англии, Лондон, 29 сентября 2017 г. [Электронный ресурс] / К. Лагард // МВФ. – Режим доступа: https://www.imf.org/ru/News/Articles/2017/09/28/sp092917-central-banking-and-fintech-a-brave-new-world. – Дата доступа: 25.09.2019.

6. EY Global Banking Outlook 2018 [Electronic resource] // Ernst & Young. – Mode of access: https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Global_Banking_Outlook_2018/%24FILE/ey-global-banking-outlook-2018.pdf. – Date of access: 27.09.2019.

7. Кюхль, С. Бизнес на равных. Зачем банкам осваивать экономику совместного потребления [Электронный ресурс] / С. Кюхль // Forbes. – Режим доступа: http://www.forbes.ru/finansy-i-investicii/366065-biznes-na-ravnyh-zachem-bankam-osvaivat-ekonomiku-sovmestnogo. – Дата доступа: 28.09.2019.

8. Mobile Banking Rank CIS 2017 [Электронный ресурс] // Агентство Markswebb. – Режим доступа: http://markswebb.ru/e-finance/mobile-banking-rank-cis-2017/. – Дата доступа: 28.09.2019.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Л. В. Губич, Н. П. Муха

Идея о применении вычислительной техники для повышения производительности инженерного труда родилась в 1970-х гг. С тех пор промышленная информатика прошла большой путь развития. Термины «автоматизация», «информатизация», «цифровизация» отражают этапы этого пути.

Сегодня вряд ли требует особых доказательств тот факт, что информационные технологии и развитие средств автоматизации инженерного труда являются основой как разработки интеллектуальных инновационных изделий, так и освоения инновационных технологий их производства.

При этом информационные технологии сами находятся в непрерывном развитии. В сфере ИТ-индустрии постоянно появляются свои инновации и новые технологии их применения в производственной практике.

У каждого промышленного предприятия своя история освоения и внедрения вычислительных и информационно-программных средств в производственную практику. Но приступая к решению этой задачи каждое предприятие будет поэтапно проходить названные выше стадии: автоматизацию, информатизацию и цифровизацию. Рассмотрим особенности каждой из этих стадий.

Автоматизация инженерных работ

Первым шагом в применении вычислительной техники для решения инженерных задач стало использование технических средств и математических методов с целью либо существенного уменьшения трудоемкости работ, выполняемых конструктором, технологом, расчетчиком, либо быстрого получения требуемой технической информации.

Автоматизация позволяет повысить производительность труда инженера, улучшить качество принимаемых инженерных решений и разрабатываемой технической документации, оптимизировать процессы организации проектных работ и управления ими, освободить инженера от рутинных операций, занимавших до 80 % его рабочего времени, расширить возможности для творчества и изобретательства. Автоматизация в промышленности для получения экономического эффекта требует комплексного, системного подхода к решению этой задачи. Применяемые средства автоматизации и методы вычислений копируют мыслительные функции инженера. Весь комплекс требуемых инженеру аппаратных и информационно-программных средств обычно называют системами. В качестве оценочной характеристики степени освоения на предприятии таких систем может выступать понятие уровня (степени) автоматизации инженерных работ.

Современные средства автоматизации инженерного труда представлены системами, поддерживающими процессы разработки и постановки на производство новых изделий. Их относят к классу PLM-систем (Product Lifecycle Management – управление жизненным циклом продукта). Этот класс систем охватывает следующие области: CAD-системы (Computer Aided Design – компьютерная поддержка проектирования); CAE-системы (Computer Aided Engineering − компьютерная поддержка инженерных расчетов); CAM-системы (Computer Aided Manufacturing − компьютерная поддержка изготовления); CAPP-системы (Computer Aided Process Planning − компьютерная поддержка процессов планирования); CNC-системы (Computer Numerical Control − компьютерное числовое управление); PDM-системы (Product Data Management − управление данными об изделии).

Информатизация процессов производства

Развитие технических и программных средств в 2000-х гг. создало условия для перехода к следующей стадии промышленной информатики – информатизации бизнес-процессов на основе системной интеграции компьютерных

средств, информационных и коммуникационных технологий с целью получения новых общесистемных свойств, позволяющих более эффективно организовать продуктивную деятельность предприятия, отдельного участника производства, структурного подразделения и, в конечном счете, более полно удовлетворить требования потребителя производимой продукции.

Информатизация предприятия – это прежде всего техническая политика руководства, направленная на построение и развитие телекоммуникационной инфраструктуры, объединяющей территориально распределенные производственные, материальные и интеллектуальные ресурсы через единое информационное пространство.

Поддержка процессов управления материальными ресурсами, финансовыми потоками, складским хозяйством, основными фондами, персоналом, планированием производства, сбытом и обслуживанием продукта относится к компетенции ERP-систем (Enterprise Resource Planning – управление ресурсами предприятия). К этому классу систем относятся: SCM (Supply Chain Management − управление цепочками поставок); SCP (Supply Chain Planning – планирование цепочек поставок); CRM (Customer Relationship Management − управление взаимоотношениями с заказчиком); TQM (Total Quality Management – комплексное управление качеством); CPC (Collaborative Product Commerce − совместный электронный бизнес); HRM (Human Resource Management) – управление персоналом (кадрами); MES (Manufacturing Execution System – производственная исполнительная система).

Перечисленные выше классы систем автоматизации инженерного труда и информатизации бизнес-процессов эффективно используются только при условии их тесной интеграции в составе интегрированной информационной среды предприятия, обеспечивающей электронный документооборот всех видов документов (конструкторских, технологических, организационно-распорядительных) и поддержку обмена актуальной информацией в режиме реального времени как между службами предприятия, так и внешней средой (поставщиками, партнерами, заказчиками).

Цифровизация промышленности и экономики

Цифровизация (или диджитализация, от англ. digital – цифровой) – изменение формы ведения бизнеса, производственной и коммерческой деятельности в условиях цифровой реальности на основе данных. Если объяснять этот термин проще, то цифровизация – это то, что требуется, чтобы сделать производство более гибким, ориентированным на потребителя производимой продукции, который вовлекается непосредственно в производственный процесс на основе цифровой обратной связи. Средства цифровизации, развивая автоматизацию и информатизацию, делают предприятие более приспособленным к реалиям современного дня и конкурентоспособным в нарождающемся «цифровом мире».

Цифровизация – это средство повысить степень удовлетворения запросов потребителей через гибкое производство, что будет способствовать развитию страны и общества в первую очередь, а во вторую – обеспечит предприятиям всех форм собственности более высокую конкурентоспособность и, соответственно, прибыль.

Ключевой процесс цифровой трансформации – это переход к стратегическому управлению производством и экономикой в целом на основе накапливаемых больших объемов данных (Data Governance). Для решения этой задачи в сфере ИТ-индустрии постоянно появляются свои инновации и новые технологии их применения в производственной практике. К таким ИТ-инновациям можно отнести прежде всего следующие.

Облачные технологии. Центральной идеей в облачных технологиях представляется то, что компьютер становится гибким, с возможностью поэтапного увеличения числа процессоров, объема памяти, пропускной способности сетевых каналов связи. Это позволяет отрабатывать наиболее эффективные варианты использования возможностей имеющихся вычислительных ресурсов, объединять и анализировать данные о работе пользователей, устанавливать статистические зависимости между устройствами с целью повышения качества обслуживания клиентов.

К инновационным цифровым технологиям также относится концепция *Интернета вещей.* Все большее число устройств и оборудования подключаются к Интернете. Устройства умеют общаться между собой, обмен данными между ними происходит постоянно. Такие устройства могут сообщать производителю, как ведет себя любая машина или устройство в процессе эксплуатации, требуется ли ремонт и т. д. Канал обратной связи между производителем и потребителем передает данные об эксплуатации продукции на этап разработки с целью создания инноваций, что позволяет разработчикам получать новые знания о своих изделиях, которые нельзя получить другими способами.

Кардинальным образом меняются процессы запуска изделий в производство с помощью средств компьютерного имитационного моделирования технологических процессов (резания, литья, штамповки) или так называемой методики виртуального запуска производства. Инжиниринговые службы предприятия могут виртуально испытывать новые технологические процессы, оптимизировать их технологические параметры. Отработанные технологические процессы затем передаются в цеха в готовом виде, что позволяет уменьшать издержки производства и более эффективно использовать основные фонды предприятия, поскольку сроки отладки техпроцесса сокращаются с трех недель на реальном станке в цехе до трех дней на виртуальном станке. Такой подход применим ко всем заводским технологическим процессам.

Таким образом, цифровая трансформация в промышленности означает новые бизнес-процессы, организационные структуры, положения, регламенты,

новую ответственность за данные, новые ролевые модели поведения как руководства предприятием, так и всех его специалистов.

Цифровое предприятие, ориентированное на процессы создания инноваций, чтобы успешно конкурировать, должно функционировать на полностью интегрированной информационной платформе, аккумулирующей все данные, которыми обмениваются информационные модели как объектов производства, так и всех процессов деятельности предприятия. Эти данные должны превращаться в знания, повышающие интеллектуальный потенциал специалистов предприятия и способствующие быстрому созданию прорывных инноваций.

Развитие всех перечисленных выше систем автоматизации и информатизации направлено на интеллектуализацию предлагаемых новых решений, которые могли бы обеспечить создание инновационных продуктов и технологий. Мировые лидеры ИТ-индустрии нацелены прежде всего на оказание помощи промышленным предприятиям в переходе на цифровые технологии, в создании единой «цифровой» линейки моделей объектов производства, производственных процессов и обратной связи с потребителями. Таким образом, создается цифровая технология, связывающая в единый инновационный процесс ИТ-фирмы как поставщиков информационных технологий, предприятия, применяющие эти технологии, и потребителей инновационных изделий.

Цифровизация как основа интеллектуальных инноваций

Отличительная особенность настоящего времени – стремительное изменение окружающего нас предметного мира, т. е. массовое появление новых устройств, машин, приборов и, соответственно, технологий и производств для их создания, изготовления, эксплуатации, обслуживания и утилизации. Если еще пять-десять лет назад к инновациям (так называемым поддерживающим инновациям) относили расширение линейки модификаций традиционно выпускаемых изделий, увеличение доли этих изделий на рынках, то сегодня надо говорить о формировании новых рынков для новых видов изделий, которые относят к интеллектуальным инновациям. Такие инновации ставят перед промышленностью совершенно новые задачи, заставляя отказываться от одних производств и открывать новые. Определяющую роль в появлении и развитии интеллектуальных инноваций играют цифровые и информационные технологии, которые обеспечивают как выполнение определенных функций новых изделий, так и их создание и изготовление. Рассмотрим несколько примеров.

Наиболее ярким примером инновационных изменений на бытовом уровне может служить фотография. Еще в 2005–2006 гг. вполне процветали производства компании Kodak. Строились заводы по выпуску фотопленки, повсюду создавались сервисные центры по ее проявлению и печати цветных фотографий. Выпуск фотопленки рос, расширялся рынок сбыта. Наверняка у каждого фотолюбителя еще и сейчас найдутся неиспользованные упаковки фотопленки.

Но уже к 2008 г. все производства, связанные с этой технологией, оказались попросту ненужными с появлением цифровой фотографии. Передовые компании с перспективным мышлением начали выпуск моделей цифровых фотокамер, проводя исследования и разработки, чтобы постоянно и быстро вносить изменения в конструкции цифровых фотокамер в соответствии с потребностями потребителей. Однако сегодня и эта производственная парадигма изменилась. Рынок цифровых фотокамер оказался в глубоком кризисе из-за того, что появился мобильный телефон со встроенной фотокамерой, который делает снимки не хуже, и он всегда у потребителя в кармане.

Следующим ярким примером интеллектуальных инноваций служат движущиеся машины с автоматическим управлением: автомобиль с автопилотом, способным воспринимать окружающую среду и функционировать автономно; беспилотные летательные аппараты (дроны), которые находят применение в сельском хозяйстве, городском строительстве, на транспорте и успешно решают задачи наблюдения для сбора данных с целью их последующего анализа и извлечения полезных сведений; вся гамма дистанционно управляемых военных устройств и роботов различного назначения; разрабатывается концепция судов, которые будут передвигаться самостоятельно на дистанционном управлении, без капитана на борту.

Наряду с интеллектуальными инновациями в объекты производства сегодня уже явно просматривается ряд тенденций в инновационных технологиях, которые окажут сильное преобразующее воздействие на мировой рынок товаров и услуг. К ним в первую очередь относятся: расширение производства изделий по индивидуальным заказам (потребитель становится непосредственным участником производственного процесса); анализ и обработка больших объемов данных, умение извлекать и быстро применять в своей деятельности полезную информацию; появление и быстрое развитие в различных областях новых технологий, поддерживающих в том числе сетевые функции. Такие тенденции ведут к росту глобальной конкуренции как за ресурсы, необходимые для проводимых преобразований, так и за потребителя новых производимых товаров и услуг.

Сегодня главный вопрос заключается в том, насколько осознают руководители промышленных предприятий критичность овладения новыми интеллектуальными программными продуктами для цифрового предприятия, объединяющими все основные этапы жизненного цикла изделий, задачи управления и автоматизации производства. Только такая интеграция помогает в создании прорывных инноваций или своевременном реагировании на их появление.

Освоение цифровых технологий в промышленности

Освоение цифровых технологий как главного инструмента инновационного развития промышленных предприятий должно являться приоритетом в деятельности как их руководителей, так и ведомств, к которым они относятся.

Сегодня одним из главных направлений повышения эффективности работы отечественных предприятий рассматривается их преобразование в холдинги и объединения. Цель объединения предприятий в холдинг или кластер – достижение экономических и социальных эффектов, повышение конкурентоспособности, которых предприятия не могут достичь поодиночке. Эффективным инструментом для решения перечисленных организационных и технических задач являются современные интегрированные системы и технологии (ИИСТ), о которых речь шла выше. Объединение предприятий в холдинг подразумевает и обеспечение взаимодействия информационных систем предприятий, входящих в холдинг. При этом следует понимать, что изменение контура управления предприятиями в рамках холдинга ведет к изменению подходов и требований к объединенной информационной системе холдинга.

Пути достижения синергетических успехов при объединении в холдинг:

централизация служб снабжения, маркетинга, сбыта, финансовых служб позволяет повысить управляемость процессами взаимодействия с партнерами и потребителями продукции;

унификация нормативно-справочной информации позволяет упорядочить складское хозяйство и взаимоотношения с поставщиками материалов и комплектующих;

объединение конструкторских и технологических служб позволяет повысить общий интеллектуальный потенциал предприятий, что будет способствовать освоению новых инновационных методов создания новых изделий и технологий их изготовления;

выделение специализированных производств агрегатов, необходимых для всей гаммы производимых изделий, что обеспечит повышение их качества и сэкономит ресурсы остальных предприятий;

освоение современных стандартов во всех областях деятельности предприятий холдинга, что будет способствовать повышению качества управления всеми бизнес-процессами холдинга.

С целью концентрации усилий по освоению ИИСТ в образуемых холдингах и объединениях представляется целесообразным создание центров информационных технологий (ИТ), где будет возможным обеспечить эффективное использование ИТ путем концентрации технических, интеллектуальных ресурсов и лицензионного программного обеспечения, предоставления всем предприятиям, входящим в объединение или холдинг, наукоемких и ресурсоемких вычислительных услуг (3D-моделирование, инженерный анализ, моделирование технологических процессов, разработка программ ЧПУ и т. д.). Создание центров может привести к уменьшению расходов на приобретение и послепродажную поддержку лицензионного ПО и его адаптацию к конкретным условиям эксплуатации.

Создаваемый в холдинге центр ИТ, концентрируя в едином хранилище данных весь объем информации о выпускаемых изделиях и процессах их

изготовления, сбыта и послепродажного обслуживания, наряду с традиционными конструкторско-технологическими и производственными службами предприятий должен обеспечить выпуск конкурентоспособной продукции, что можно реализовать только при условиях:

представления конструкторской и технологической документации для изготовления изделия в электронной форме на базе его актуальных пространственных электронных моделей и электронной структуры;

представления эксплуатационной и ремонтной документации в форме интерактивных электронных технических руководств, снабженных иллюстрированными электронными каталогами запасных частей и вспомогательных материалов и средствами дистанционного заказа запчастей и материалов;

применения интернет-технологий для интегрированной логистической поддержки изделий на постпроизводственных стадиях их жизненного цикла;

наличия и функционирования электронной системы каталогизации продукции;

наличия на предприятиях соответствующих требованиям стандартов ИСО 9001 систем менеджмента качества, в которых отражены перечисленные выше электронные формы представления изделия.

Создание и обеспечение работы Центра ИТ холдинга требует разработки соответствующего научно-методического обеспечения, включающего разработку методов, концептуальных и технологических моделей, стандартов освоения ИИСТ, методик их использования и оценки экономической эффективности от применения ИИСТ в конкретных условиях. Решить эту задачу можно на принципах государственно-частного партнерства по освоению и внедрению ИТ в промышленности, что позволит объединить и направить на решение наиболее актуальных задач в области промышленной информатики научный потенциал Беларуси, административный потенциал государственного управления, возможности частных ИТ-фирм, заинтересованных в продвижении своих программных продуктов на рынке Беларуси.

Необходимо также на законодательном уровне разработать предложения по специальным условиям финансирования проектов по освоению ИИСТ: ИТ-фирм, предприятий, научных подразделений. Такие условия должны: подталкивать предприятия к переходу на цифровые технологии управления; быть выгодными и привлекательными для ИТ-фирм и стимулировать их работать на отечественном рынке; привлекать молодые кадры в научные коллективы для ведения научных разработок в ИТ-сфере.

Для обеспечения выпуска конкурентоспособной на мировом рынке продукции предприятие должно пользоваться технологиями мировых лидеров во всех областях, в том числе и в области ИИСТ как одной из базовых систем жизнедеятельности предприятия.

Программные продукты для цифровой трансформации деятельности предприятия содержат квинтэссенцию знаний и умений мировых лидеров инду-

стрии. Овладение этими технологиями отражает интеллектуальный и технический уровень предприятия и служит лучшей визитной карточкой для инвесторов, которые выделяют деньги тем, кто работает со знакомыми им системами. Трудности в овладении этими системами и технологиями объективны, но их надо преодолевать, если мы не хотим остаться на задворках мировой индустрии.

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ. ПРОМЫШЛЕННЫЙ ИНТЕРНЕТ

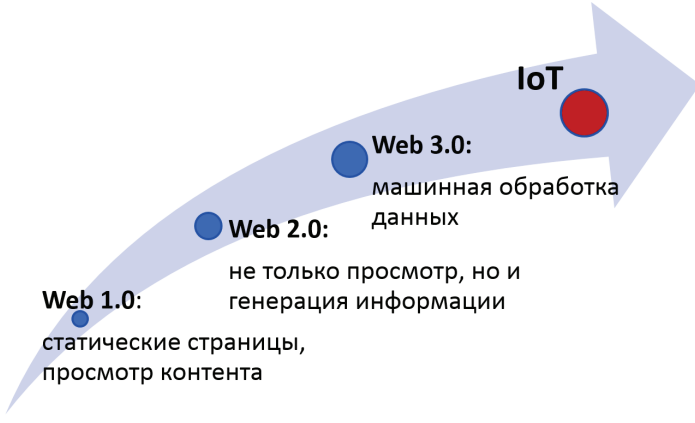
А. В. Решетняк

Интернет вещей (англ. Internet of Things, IoT) является проводником между физической и цифровой реальностью и обеспечивает взаимосвязь предметов физического мира с виртуальными сетями. Компактные, дешевые и «умные» датчики устанавливаются повсюду. Миллиарды устройств по всему миру, включая телефоны, планшеты и компьютеры, объединены сетью Интернет. Эти технологии уже сегодня принципиально изменяют способы управления цепочками поставок, предоставляя возможность вести мониторинг и оптимизацию активов, более эффективную работу предприятий.

Концепция Интернета вещей была сформулирована в 1999 г. на основе перспектив все более широкого применения средств радиочастотной идентификации для взаимодействия физических предметов между собой и с внешним окружением. Наполнение концепции многообразным технологическим содержанием и внедрение практических решений для ее реализации начиная с 2010-х гг. уже стало устойчивой тенденцией в информационных технологиях, прежде всего благодаря повсеместному распространению беспроводных сетей, появлению облачных вычислений, развитию технологий межмашинного взаимодействия, началу активного перехода на протокол IPv6 и освоению программно-определяемых сетей.

В целом историю Интернета можно разделить на несколько этапов (см. рисунок). В настоящее время это этап Интернета вещей. Кратко его можно описать так: увеличение количества устройств, взаимодействующих не только с пользователями, но и друг с другом.

В настоящее время появилась масса различных электронных устройств, оборудованных датчиками и системами связи, которые все более широко используются в промышленности и в быту. Возможность получать данные с различных устройств (начиная с бытовых приборов, заканчивая промышленным



Основные этапы развития Интернета

оборудованием) и управлять ими удаленно уже активно используется во всех видах производства и жизнедеятельности человека.

Одной из основ появления Интернета вещей стала технология радиочастотной идентификации (англ. Radio Frequency Identification, RFID), других средств, применяемых для автоматической идентификации каких-либо объектов, а также средств определения их местонахождения в режиме реального времени. Миллиарды устройств по всему миру, включая телефоны, планшеты и компьютеры, объединены сетью Интернет. Все это в совокупности с беспроводными сетями передачи данных создает новые возможности для автоматического управления производствами, их роботизации, управления логистическими системами и др.

В быту это различные «умные» устройства, начиная от автоматических датчиков расхода воды и электроэнергии, охранных устройств и заканчивая холодильниками, стиральными машинами, системами климат-контроля и т. д. В результате мир вокруг стремительно становится Интернетом вещей. Для работы «умных» холодильников, нужна разработка не только самой «вещи», но и соответствующие сети, стандарты безопасности, регуляторы, законодательство. Причем как на национальном, так и международном уровне.

Большой потенциал применения технологий IoT наблюдается в таких областях, как сельское хозяйство, пищевая и перерабатывающая промышленность, экологический мониторинг, системы безопасности и др. Использование этих технологий позволяет получать информацию о состоянии окружающей среды (воздух и вода) и различных элементов городской инфраструктуры, тем самым создаются условия для создания «умных домов», «умного транспорта» и «умного города» в целом.

Идея Интернета вещей как сети умных устройств обсуждалась еще в 1980-е гг. В настоящее время IoT интегрируется с искусственным интеллектом, анали-

тикой в реальном времени, машинным обучением, системами слежения, облачными хранилищами и многими другими современными информационными технологиями.

Автоматизация открыла больше устройств для ежедневного личного и корпоративного использования, чем когда-либо прежде, а с ростом числа технологических новинок появляются новые способы взаимодействия между ними. Эти способы становятся все более сложными и все более взаимосвязанными, преследуя главную цель – улучшить существующую инфраструктуру и создать систему, способную хранить данные без участия человека.

Интернет вещей является ключевой технологией программы Индустрия 4.0 (промышленный, или индустриальный Интернет вещей – Industrial Internet of Things, IIoT). IIoT – это система объединенных компьютерных сетей и подключенных к ним промышленных (производственных) объектов со встроенными датчиками и программным обеспечением для сбора и обмена данными, с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме, без участия человека.

Развитие систем промышленного Интернета вещей осуществляется в несколько этапов:

на первом этапе внедрения IIoT на промышленное оборудование устанавливают датчики, исполнительные механизмы, контроллеры и человеко-машинные интерфейсы. Это дает возможность получать объективные и точные данные о состоянии производства. Обработанные данные предоставляются всем подразделениям предприятия;

на втором этапе приоритетной задачей становится аналитическая обработка огромного массива неструктурированных данных, поступающих с датчиков, их фильтрация и адекватная интерпретация. Для этого используются аналитические платформы, предназначенные для сбора, хранения и анализа данных о технологических процессах и событиях, работающие в реальном масштабе времени;

на третьем этапе развития IIoT внедряются человекозаменяющие системы на основе концепции интеллектуального управления предприятием (англ. Intelligent Enterprise Managing, IEM), предполагающие переход от планирования ресурсов в парадигме ERP (англ. Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия) к прямому управлению бизнес-процессами, путем однократного ввода и многократного использования данных с реализацией принципа самообслуживания, а также автоматического исполнения производственных и бизнес-процессов без участия персонала. В результате создаются «бесшовные» информационные системы, когда цифровой сигнал «пронизывает» все уровни производства и сбыта продукции, начиная от приобретения клиентом товара (услуги) и заканчивая системой формирования заказа на сырье и комплектующие для их производства.

Таким образом, промышленный Интернет вещей является основой цифровой экосистемы, посредством которой создаются производства более экономные, гибкие и эффективные, чем существующие.

При этом если традиционные информационные технологии направлены в большей степени на анализ состояния предприятия и решение отдельных задач, формальных, контролируемых и находящихся под централизованным управлением, то применение цифровых технологий в большей степени ориентировано на решение задач пользователя, которые в основном носят неформальный характер и направлены на интересы и удобство клиентов.

На уровне предприятия цифровая трансформация означает переход от традиционной ИТ-службы (ориентированной на решение отдельных задач, формализованной, контролируемой, управляемой и дорогостоящей) к миру открытых систем, направленных на человека (неформальных, спонтанных, эмпатических и доступных по цене). В результате информационные и цифровые технологии перестают быть внутренними ресурсами и активами предприятия и превращаются в факторы формирования и развития новых рынков товаров и услуг на основе новых бизнес-моделей.

Цифровая экосистема позволяет реализовать следующие возможности:

создавать «цифровые двойники» − цифровые копии физического объекта. Эту копию используют для моделирования, тестирования и оптимизации данного физического объекта в виртуальной среде перед тем, как применять его в среде реальной. Для производства это можно рассматривать как цифровую модель предприятия. Данные, поступающие в реальном масштабе времени от интегрированных в физические объекты датчиков или от других источников, могут использоваться для решения аналитических задач, таких как мониторинг состояния, диагностика отказа, предписывающая и прогнозирующая аналитика;

осуществлять автоматическое управление цепочками взаимодействия как дальнейшего развития клиентоориентированного подхода, суть которого состоит в том, что уровнем запасов того или иного товара на складе розничного продавца управляет его поставщик;

реализовать концепцию комплексного управления жизненным циклом продукта (англ. Product Lifecycle Management) с помощью соответствующего инструментария, позволяющего отслеживать каждую партию (и даже каждый экземпляр) продукта на всех этапах жизненного цикла. Это позволяет выявлять потребности потребителя, все этапы производства, отгрузки и эксплуатации, а также утилизации в конце срока службы.

Функционирование цифровой экосистемы обусловливает развитие аутсорсинга (сервисной модели) по принципу «продукт-услуга».

Дальнейшее развитие систем на основе Интернета вещей осуществляется путем разработки платформ для сбора данных от умных устройств как целостной экосистемы. Через специальное приложение можно будет отслеживать процессы и дистанционно управлять датчиками, счетчиками и другими приборами (на расстоянии можно будет получать данные о текущем потреб-

лении воды или электроэнергии, выяснять наличие свободных мест на парковке или включать фонари и т. д.).

Применительно к цифровой экономике «цифра» понимается как сигнал, передающий число или управляющий импульс, который доходит до каждого экономического агента (поставщика, потребителя, посредника и т. п.), что создает качественно новые возможности по автоматическому управлению производственными и логистическими процессами в рамках предприятия и экономики страны в целом. Максимальный уровень эффективности достигается в том случае, когда все транзакции проводятся автоматически по всей цепочке (сквозные технологии), без участия человека, и транзакционные издержки снижаются практически до нуля.

Переход к «умному управлению» производственными и бытовыми системами означает качественно новый этап информатизации, когда цифровые технологии будут рассматриваться как трудосберегающие, сокращающие торговые, транспортные и временные издержки, формирующие новую предпринимательскую культуру, активный «биологический вид» – цифровые экосистемы, позволяющие осуществлять автоматическую персонализацию покупателя и индивидуализацию заказов, оптимизацию цепей производства и поставок.

Таким образом, под цифровыми экосистемами на основе Интернета вещей понимаются совокупности «встраиваемых» в системы организационного управления принципиально новых средств и методов обработки данных, объединяемых в целостные технологические платформы для целенаправленного создания, передачи, хранения и отображения цифрового продукта (данных, идей, знаний) и обеспечивающих максимальное снижение транзакционных издержек на взаимодействие экономических агентов.

Цифровые платформы предоставляют возможности для создания новых моделей взаимодействия в экономике и обществе, которые, в свою очередь, трансформируют бизнес-процессы с целью сокращения транзакционных, производственных, логистических и других издержек.

В настоящее время главными составляющими IIoT становятся передовые аналитические инструменты, искусственный интеллект и машинное обучение.

Многие предприятия активно используют платформы бизнес-аналитики (англ. Business Intelligence, BI) и инструменты интеллектуального производства (англ. Enterprise Manufacturing Intelligence, EMI). Сегодня благодаря IIoT производственники могут использовать передовые аналитические инструменты, искусственный интеллект, машинное обучение для оперативного управления и принятия решений на основе углубленной аналитики.

Применяемые в IIoT технологии, такие как игры, дополненная/виртуальная реальность и 3D-погружение с использованием носимых устройств, могут с высокой степенью достоверности имитировать реальную обстановку на предприятии, функции работников, элементы управления и физические объекты.

Благодаря этому промышленный Интернет вещей становится стратегическим инструментом, направленным на улучшение производственных показателей.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЖКХ. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ЗДАНИЕ

В. М. Ивашко, В. Н. Черновец, С. В. Потетенко

В Республике Беларусь в последние годы стремительно развиваются информационно-коммуникационные технологии как ключевая составляющая инновационной стратегии. В разделе 6.1 «Цифровая трансформация экономики (информатизация)» Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы, утвержденной Указом Президента Республики Беларусь от 15.12.2016 г. № 466, на текущую пятилетку определен перечень из 12 ключевых задач, при этом в жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ) предусмотрено повсеместное внедрение систем автоматического учета и регулирования потребления топливно-энергетических ресурсов, контроль технического состояния объектов инфраструктуры, полноты и правильности начисления и оплаты жилищно-коммунальных услуг.

Значимая роль автоматизации, а также интеграции производственных и управленческих процессов отводится и в перечне основных технологических трендов, обозначенных в Стратегии «Наука и технологии 2018–2040».

В Беларуси в рамках реализации мероприятий Государственной программы развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 гг. выполняются научные исследования, связанные с разработкой унифицированной системы управления, контроля и учета информации инженерных систем интеллектуальных зданий (УСКИЗ).

Создание такой информационной системы, предусматривающей интеграцию существующих систем автоматизации, диспетчеризации, охраны и безопасности, обусловлено необходимостью:

снижения затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание жилых и общественных зданий (см. таблицу);

снижения расходов на электроэнергию, теплоснабжение и водоснабжение за счет рационального их использования;

своевременного обнаружения аварийных ситуаций, их локализации, минимизации последствий, снижения рисков возникновения аварий;

контроля систем электроснабжения в целях своевременного определения места аварии и подключения резервного электропитания;

решения задач обеспечения безопасности зданий и находящихся в них людей путем внедрения систем охраны, пожарной сигнализации, а также системы контроля целостности конструкций самого здания;

повышения комфорта и качества жизни населения за счет расширения перечня предоставляемых услуг пользователям.

Необходимость экономии природных и энергетических ресурсов во всех сферах жизнедеятельности людей приобретает все большую актуальность. Решение проблемы энергосбережения в сфере жилищно-коммунального хозяйства достигается применением энергоэффективных технологий при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий, а также их оснащением управляемыми инженерными системами отопления, вентиляции, электро-, газо-, водоснабжения и освещения, контроля и учета потребления ресурсов, обеспечивающими режим оптимального их расходования при достаточном уровне комфорта для находящихся в зданиях людей.

Наряду с наличием вышеперечисленных инженерных систем, все современные объекты ЖКХ оборудуются комплексными системами безопасности и связи, включающими видеонаблюдение, охранно-пожарную сигнализацию и пожаротушение, контроль и управление доступом в помещения, телефонную, компьютерную и телевизионную кабельные сети и пр. В высотных зданиях, кроме того, имеются специальные системы контроля строительных конструкций и их элементов, лифтовое хозяйство, а также дополнительные системы безопасности, например, системы дымоудаления, оповещения и управления эвакуацией при пожаре.

Современный объект жилищно-коммунального хозяйства представляет собой комплекс строительных конструкций и инженерных систем, выполняющих различные задачи по обеспечению функционирования и деятельности находящихся в нем людей. При внедрении «умных» технологий в самый многочисленный объект ЖКХ – здание, оно становится интеллектуальным (рис. 1).

«Интеллектуальное здание» – жилой или нежилой дом с набором высокотехнологичных устройств, объединенных в программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий адекватную реакцию инженерных систем здания либо других систем автоматизации на присутствие и (или) действия человека, состояние окружающей среды, а также их эффективное, безопасное и энергосберегающее функционирование. Технологической основой интеллектуального здания являются технологии Интернета вещей. Внедрение новых технологий направлено на повышение эффективности систем жизнеобеспечения и безопасности интеллектуального здания.

В настоящее время осуществляются попытки создания автономных систем диспетчеризации учета и контроля ресурсов в пределах отрасли или организации. Стремление каждого ведомства создать собственную систему учета и контроля энергоресурсов, диспетчеризации (автоматизации) инженерных коммуникаций, охраны и безопасности влечет за собой увеличение затрат, нерациональное использование материальных и людских ресурсов и невозможность интеграции в систему управления более высокого уровня.

Статьи снижения затрат и экономии ресурсов при внедрении УСКИЗ

Аспект снижения затрат	Ресурсоснабжающая организация	Эксплуатирующая организация	Потребитель
Переход от разнородных систем к интегрированной системе учета	Исключение дублирования, проблем координации, информационного и технологического сопряжения, а также финансовых затрат на серверы и программное обеспечение		Доступ к единой базе данных по всем видам энергоресурсов
Использование сервера и ПО поставщика системы учета ресурсов	Исключение капитальных затрат, сокращение временны́х затрат и затрат на содержание высококвалифицированных системных администраторов и программистов		
Дистанционный контроль ресурсопотребления	Сокращение количества обслуживающего персонала (контролеров, операторов, водителей и т. д.), задействованного на съеме показаний приборов учета		Снижение временны́х затрат на съем и оформление показаний счетчиков
Повышение достоверности съема показаний приборов учета	Снижение затрат за счет исключения случайных ошибок и сознательного искажения показаний измерительных приборов обслуживающим персоналом, оперативность расчетов, сокращение количества ошибок (перерасчетов)		Снижение затрат за счет оплаты только реально предоставленных услуг
Баланс потребления ресурсов на различных уровнях распределительных сетей	Снижение затрат за счет исключения несанкционированного отбора ресурсов. Выявление приборов для несанкционированного отбора и нарушения технических характеристик распределительных сетей		Оплата реально предоставленных услуг. Повышение качества предоставляемых услуг
Многотарифный учет ресурсов	Повышение равномерности ресурсопотребления, уменьшение затратных пиков потребления, снижение потерь в сетях, увеличение нагрузочной способности сетей		Снижение затрат за счет ресурсопотребления во время действия низких тарифов
Прогрессивные тарифы	Сохранение уровня доходности бизнеса, стимул для внедрения ресурсосберегающих технологий		Защита социально уязвимых слоев населения
Оперативное выявление утечек воды и электроэнергии из анализа часовых данных	Снижение потерь ресурсов	Сокращение персонала, административных и судебных издержек	Исключение попыток оплаты утечки за счет потребителей

Оперативное выявление утечек газа из анализа часовых данных	Снижение потерь ресурсов	Сокращение персонала, административных и судебных издержек	Повышение качества услуг. Снижение риска взрыва газа
Выявление неисправных приборов учета из анализа профилей потребления	Снижение потерь ресурсов	Сокращение персонала, административных и судебных издержек	Исключение попыток оплаты неисправности приборов за счет потребителей
Оперативное отключение потребителей при обнаружении аварии	Снижение потерь ресурсов	Сокращение издержек на ликвидацию последствий аварий	Сокращение затрат на ресурсы, ликвидацию аварий и компенсацию ущерба
Управление потреблением при неуплате и пиковых нагрузках	Снижение финансовых потерь за счет исключения предоставления неоплаченных услуг	Увеличение сроков службы оборудования за счет ограничения потребления при пиковых нагрузках	Повышение качества снабжения ресурсами за счет недопущения аварий при пиковых нагрузках
Контроль мероприятий энергоэффективности на базе анализа энергопотребления	Снижение потерь ресурсов	Повышение качества эксплуатации зданий	Повышение качества предоставления услуг при фиксированной стоимости
Оптимизация потребления энергоресурсов для мест общего пользования	Снижение потерь ресурсов	Снижение потребления за счет оптимального графика и режима потребления	Снижение затрат, регулирование отопления и освещения по времени суток и дням недели
Информационные технологии учета, а также оформления платежных документов	Экономия за счет автоматизации расчетов и оформления документов	Уменьшение административных затрат на проведение проверок и перерасчетов	Повышение качества обслуживания

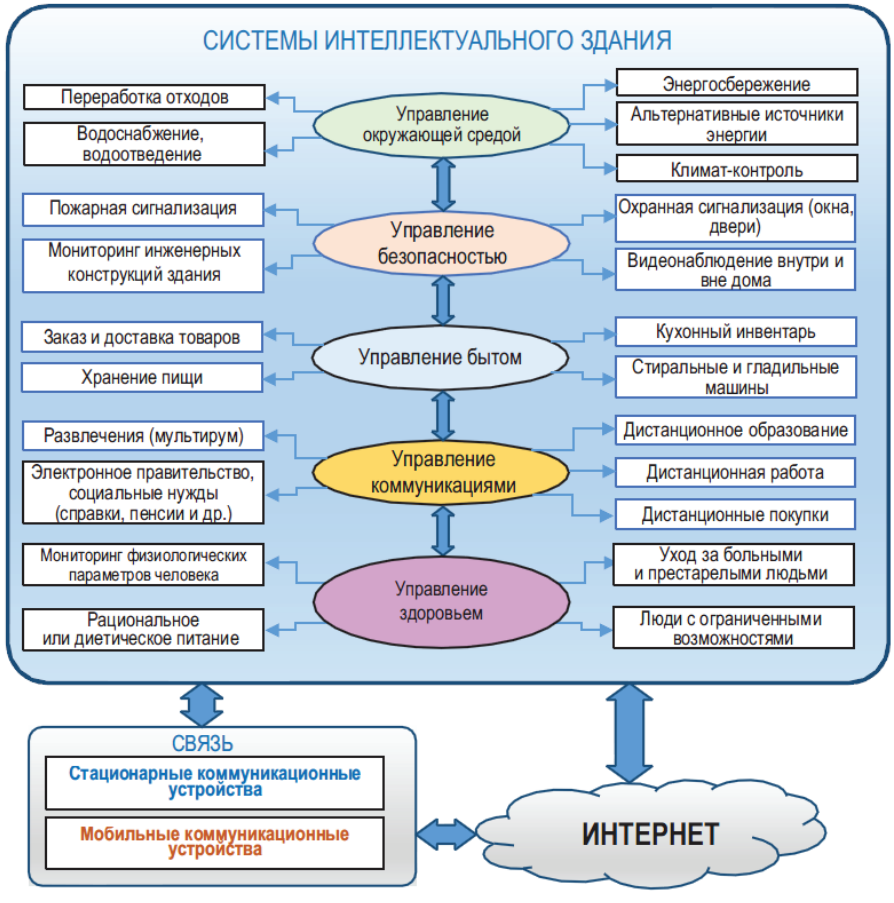


Рис. 1. Системы интеллектуального здания

Существующие системы учета и контроля расхода горячей и холодной воды, тепловой энергии, газа от различных производителей отличаются не только структурой построения, но и требованиями к каналам связи и интерфейсам взаимодействия этих систем с потребителями информации инженерных систем интеллектуальных зданий. Это создает как технические, так и экономические проблемы при реализации контроля и учета расхода энергоресурсов. Поэтому им присущи следующие недостатки:

отсутствие единого подхода к построению и эксплуатации;

необходимость проектирования и строительства линий связи;

отсутствие технических требований к использованию единых стандартизированных протоколов обмена данными;

отсутствие единого подхода к обеспечению безопасности и надежности;

несовместимость оборудования разных производителей.

Анализ мировых тенденций «интеллектуализации» объектов ЖКХ показывает, что наиболее рациональным вариантом является создание единой системы управления, учета и контроля энергетических и других ресурсов и инженерных коммуникаций объекта недвижимости.

В целях реализации направлений развития инфраструктуры информатизации предусматривается поэтапная автоматизация инженерной инфраструктуры в существующих и вновь строящихся зданиях с использованием современных информационно-коммуникационных технологий.

В качестве единой информационной системы рассматривается УСКИЗ, обеспечивающая оптимизацию эксплуатационных расходов по обслуживанию жилых и общественных зданий, эффективное использование ресурсов в повседневной жизнедеятельности, а также повышение безопасности и качества жизни населения. УСКИЗ представляет собой элемент «умного города», в котором посредством каналов передачи данных обеспечивается взаимодействие между:

интеллектуальными зданиями с системами жизнеобеспечения и безопасности с набором исполнительных устройств (счетчики учета ресурсов с радиомодемами, устройства сбора и передачи информации, датчики и пр.);

аппаратно-программными комплексами (АПК) УСКИЗ, решающими задачи по автоматическому сбору и обработке информации со счетчиков учета ресурсов, инженерных систем здания и систем безопасности и включающим приложения «Безопасность», «ЖКХ – Ресурсы», «ЖКХ – Диспетчер»;

автоматизированной информационной системой (АИС) «Расчет», поставщиками и потребителями ресурсов, оперативными службами охраны и безопасности, эксплуатирующими организациями.

Платформа сбора и обработки данных интеллектуального здания представлена на рис. 2.

С учетом результатов проведенных исследований разработан государственный стандарт СТБ «Унифицированная система управления, контроля и учета информации инженерных систем интеллектуальных зданий. Приборы учета потребляемых ресурсов. Формат передачи данных», вступивший в силу с 1 января 2020 г. Ожидаемым результатом принятия документа станет единство стандартов данных различных систем интеллектуального здания и протоколов их обмена.

Анализ внедрения интеллектуальной системы управления объектами ЖКХ в ведущих странах мира показал, что вложения в интеллектуализацию здания возвращаются за пять лет, следовательно, в последующие годы эксплуатация интеллектуального здания обеспечит безусловную экономию средств.

Объединение всех систем учета в единую информационную систему позволит не только существенно снизить затраты на эксплуатацию здания, но и создать систему для предотвращения аварий.

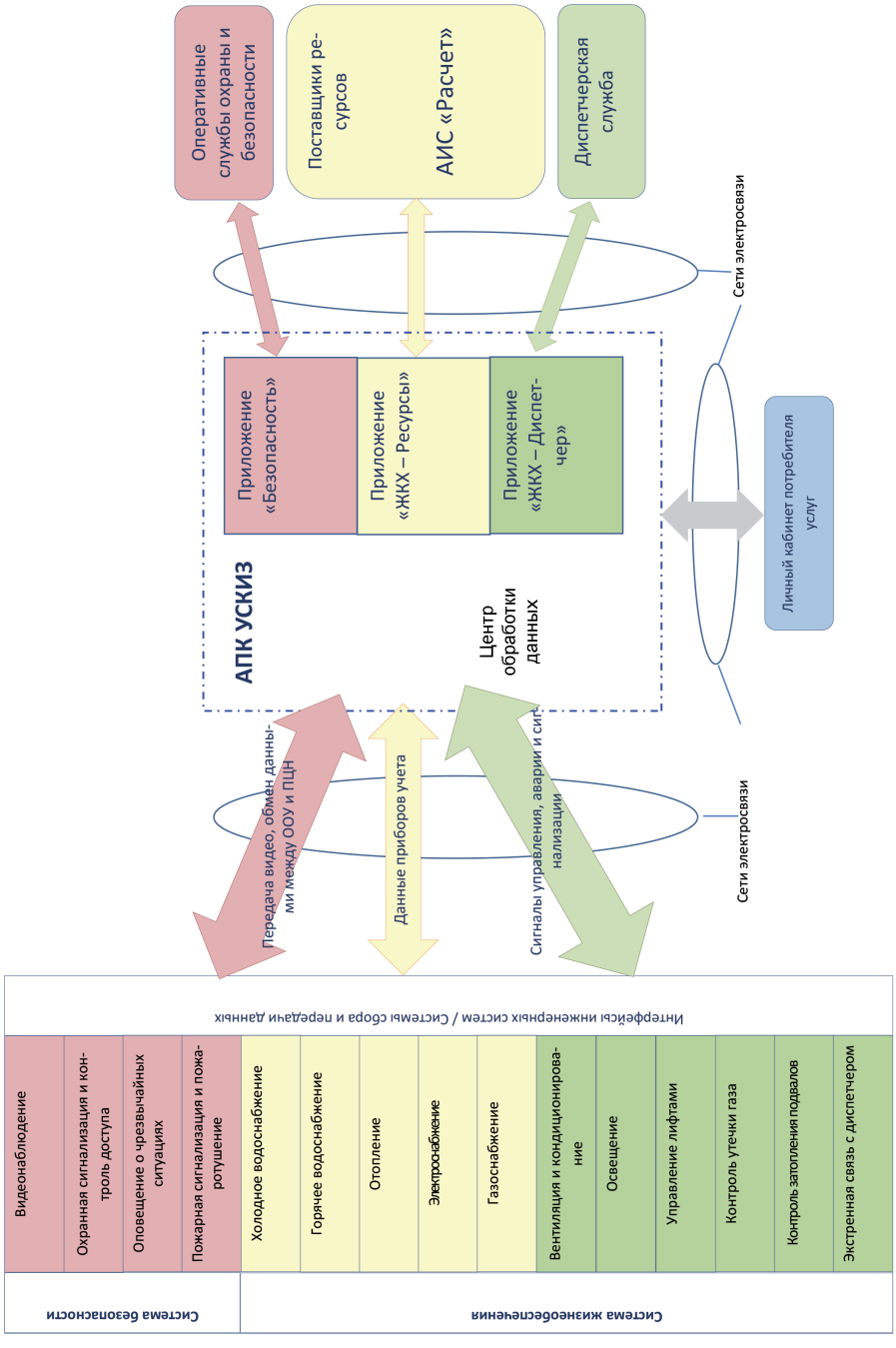


Рис. 2. Платформа сбора и обработки данных интеллектуального здания (УСКИЗ): ООУ – объектовое оконечное устройство, ПЦН – пульт централизованного наблюдения

ГЕОИНФОРМАТИКА. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

А. Н. Крючков

Введение в геоинформатику

Основные задачи, которые решаются на базе современных информационных технологий, – это создание земельных, городских, лесных и других кадастров, электронное картографирование и прогнозирование добычи полезных ископаемых, экологический, медицинский и социальный мониторинг, поддержка изыскательных и строительных работ, ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций и стихийных бедствий, территориальное управление, военные приложения и многое другое. Все эти задачи требуют построения информационно-аналитических систем, интегрированных со средствами обработки географических данных, которые получили название геоинформационных систем (ГИС).

Геоинформационные системы являются основным инструментом геоинформатики. Геоинформатика – достаточно новая отрасль знаний. Становление геоинформатики как науки проходило на протяжении примерно 40 лет, вплоть до конца XX в., разрабатывались методологические подходы к созданию ГИС, создавался математический аппарат, разрабатывались модели данных и алгоритмы их обработки.

В толковом словаре по геоинформатике (М., 1999) дается следующее определение: «Геоинформатика – наука, технология и производственная деятельность по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию геоинформационных систем, по разработке геоинформационных технологий, по прикладным аспектам или приложениям ГИС для практических или геонаучных целей».

Точную дефиницию ГИС дать очень сложно, поскольку при работе она может рассматриваться на нескольких уровнях и для различного применения будет означать разные вещи. Подобных определений довольно много как в русскоязычной, так и в англоязычной литературе. При достаточно широком разбросе взглядов и мнений относительно геоинформационных систем их толкования зарубежными и отечественными специалистами достаточно близки. В качестве примера приведем определение ГИС в соответствии с государственным стандартом Российской Федерации «Картография цифровая. Термины и определения»: «ГИС – это автоматизированная система, предназначенная для сбора, обработки, анализа, моделирования и отображения данных, решения информационных и расчетных задач с использованием цифровой картографической, аналоговой и текстовой информации о Земле».

ГИС предназначена для обработки и управления большими объемами разнородной картографической и тематической информации, анализа взаимодействия объектов в пространстве, системного анализа ситуации на местности на основе геометрических и семантических атрибутов объектов местности.

Эти возможности отличают ГИС от других информационных систем и обеспечивают эффективность ее применения в широком спектре задач, связанных с анализом и прогнозированием (моделированием) явлений и событий окружающего мира, с выделением главных факторов и причин, а также их возможных последствий и выработкой решений по предпринимаемым действиям по их устранению.

Одно из главных направлений в геоинформатике и ГИС соответственно – многомерное моделирование и отображение ситуаций и процессов на местности с использованием электронных карт и данных дистанционного зондирования Земли. При этом свойства местности и протекающие на ней явления передаются с помощью электронных карт не в фотографическом или картинном восприятии, а посредством картографических условных знаков, описывающих объекты местности и процессы, их свойства и отношение в форме, удобной для пространственного представления и восприятия человеком. При этом условные знаки могут быть двумерными и трехмерными. Во многих ГИС для моделирования различных ситуаций кроме координат (X, Y, Z) добавляется четвертая составляющая – время (T).

В качестве базовых картографических материалов для создания тематических и специальных карт в ГИС используются:

кадастровые планы (1:100 – 1:5 000);

крупномасштабные карты и планы для градостроительного планирования и развития (1:500 – 1:10 000);

национальные топографические карты (1:10 000 – 1:1 000 000);

планы городов (1:10 000, 1:25 000);

цифровые аэрокосмические снимки, в том числе получаемые с беспилотных летательных аппаратов.

Геоинформационные технологии, реализованные в ГИС различного назначения, объединяют цифровую обработку изображений, машинную графику, технологию баз данных, методы системного анализа, моделирование систем и операций, географию, фотограмметрию, картографию и некоторые другие научные направления.

ГИС – это информационная система, состоящая из трех основных компонентов: пространственных данных, аппаратно-программных средств и проблемной области как объекта исследований. При этом проблемная составляющая является основной компонентой, определяющей состав и функциональные возможности пространственных данных и аппаратно-программных средств.

Пространственный аспект определяется спецификой моделей представления пространственных данных.

В ГИС используются различные модели представления данных, которые имеют различные определения. Укажем наиболее распространенные в русскоязычной литературе.

«Цифровая модель местности (ЦММ) – модель земной поверхности или ее элементов, отражающая пространственную определенность объектов местности, сформированной в цифровой форме». Эти модели могут быть сформированы как на произвольную территорию, так и в пределах конкретной карты.

«Цифровая модель карты (ЦМК) – логико-математическое описание в цифровой форме объектов земной поверхности и отношений между ними, сформированные с учетом картографической генерализации в принятых для карт проекции, разграфки, систем координат и высот».

«Цифровая карта местности (ЦКМ) – цифровое описание карты в принятой для карт проекции, разграфки, систем координат и высот, по точности и содержанию соответствующие карте определенного масштаба».

«Электронная карта (ЭК) – цифровая модель местности или карты, подготовленная к визуализации на экране монитора или выводу на средства графического документирования в принятой системе условных знаков».

Конкретный состав аппаратных средств зависит от предметной ориентации ГИС, но в целом в различных сочетаниях в ГИС используются средства ввода картографической информации (дигитайзеры, сканеры, стереоприборы и другие средства преобразования аналоговых изображений в цифровую форму), ПЭВМ и графические станции, средства вывода графической информации и документирование текстовой информации (графопостроители, принтеры, мониторы, экраны коллективного пользования и т. д.), средства хранения пространственной информации, средства глобальной системы определения местоположения (GPS, ГЛОНАСС), сетевое оборудование, средства доступа в Интернет.

Принципы структурирования программных средств (ПС) различны, различен и набор (полнота) реализации отдельных операций, однако можно выделить некоторое ядро ПС в виде функциональных блоков (модулей), которые присущи большинству ГИС. Это модули ввода данных, базовых картографических преобразований и измерительных операций, хранения и доступа к данным, анализа, графического документирования, разработки приложений, пользовательского интерфейса (управления).

Средства ввода данных включают программы и программные комплексы ручного и сканерного ввода исходных материалов, растр-векторных преобразований, фотограмметрической обработки, контроля и редактирования цифровых моделей, экспорта-импорта файлов, обработки цифровых снимков и другие программные средства.

Средства базовых картографических преобразований и измерительных операций включают программные средства преобразования систем координат, обработки множества карт, построение цифровых моделей рельефа и местности, вычисление длин объектов с учетом рельефа, вычисление площадей, периметров, характеристик форм объектов, статистических параметров цифровой модели и другие операции.

В категорию программных средств хранения цифровой информации включены операции хранения, поиска и доступа к графической, атрибутивной

картографической, текстовой и другой информации. В качестве ПС могут использоваться как внутренние средства управления базой данных, так и средства доступа к внешним базам данных.

ПС пространственного анализа включают полигональные операции (наложение полигонов, слияние полигонов и др.), аналитические и моделирующие операции (анализ сетей, построение буферных зон, поиск объектов по заданным критериям, операции над группами объектов, определение пространственных отношений объектов и др.), анализ поверхностей (обработка цифровых моделей рельефа, интерполяции высот, вычисление экспозиций склонов, построение 3D-модели рельефа и местности (рис. 1) и другие операции), картографической алгебры.

Средства графического документирования обеспечивают подготовку графических изображений тематических карт и планов, других графических и текстовых документов и их вывод на устройства документирования.

Средства разработки приложений включают, как правило, возможность создания и редактирования макрозапросов, пользовательских меню, доступ к функциям посредством библиотек и работу непосредственно с форматами внутренней базы данных ГИС. Примерами таких ПС могут служить средства разработки ГИС-приложений GIS Toolkit (ГИС «Панорама») и средства разработки пользовательских приложений Arc GIS Engine (Arc GIS).

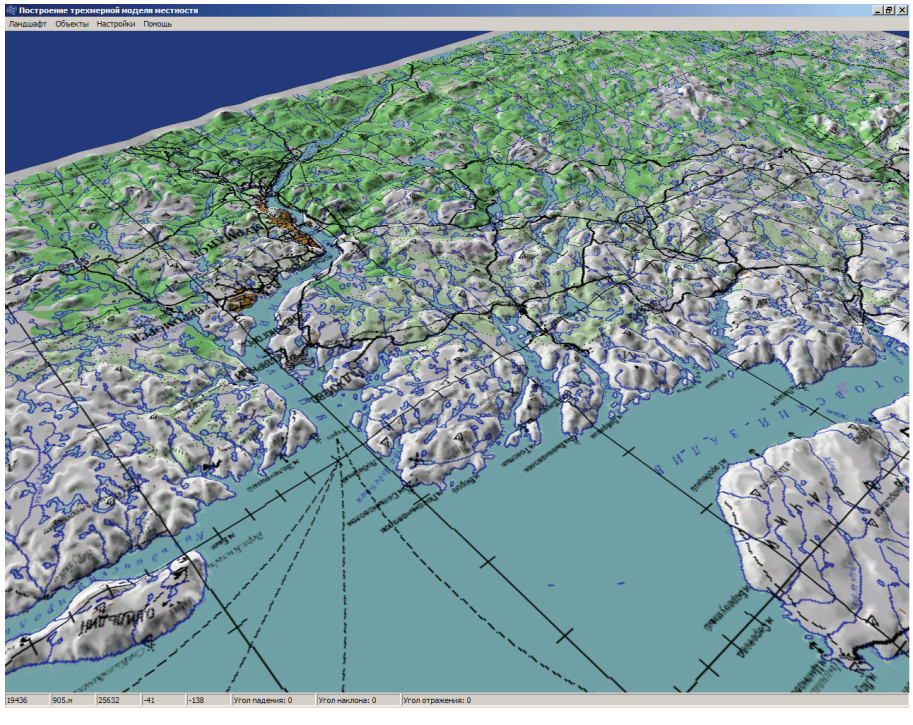


Рис. 1. Трехмерная визуализация картографической информации

Средства управления обеспечивают создание пользовательских слоев, управление вычислительными процессами, визуализацию разнородной информации и другие операции.

Проблемная составляющая ГИС реализуется через встроенные приложения или специализированные модули, реализующие решение конкретных задач в заданной области (экология, оборона, землепользование и т. д.).

Классификация ГИС

В настоящее время ГИС называют самые разные системы, решающие разнообразные задачи с использованием геопространственной информации.

Подходов к классификации ГИС существует множество в зависимости от реализации проблемной области, целевого назначения, функциональной полноты, вида пространственной информации, территориального охвата, вида используемых моделей, особенностей модели интерфейса, по компьютерной платформе и т. д. Но при всем разнообразии подходов к классификации ГИС можно выделить четыре основные категории ГИС: территориальный охват, целевое назначение, проблемная ориентация и используемые модели данных.

1. ГИС по территориальному охвату (республиканские, районные, городские, промышленных предприятий, других территорий) (рис. 2).

2. ГИС по целевому назначению:

управление территориями (планирование и развитие территорий);

землепользование (земельные кадастры, инвентаризации сельскохозяйственных земель, контроль состояния посевов, точное земледелие и др.) (рис. 3);

управление недвижимостью;

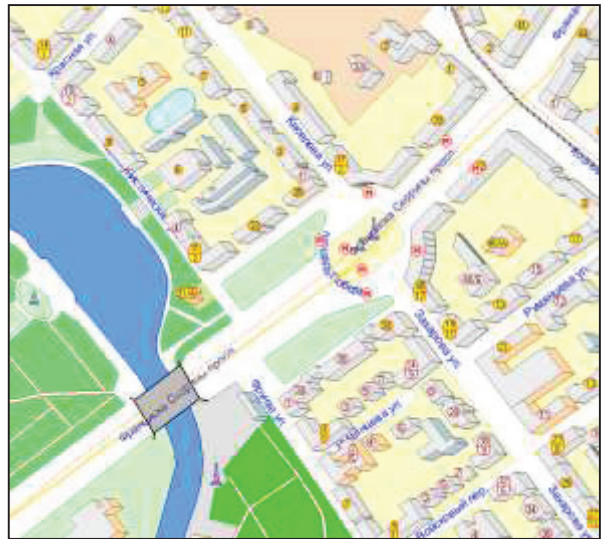


Рис. 2. Фрагмент электронной карты города Минска

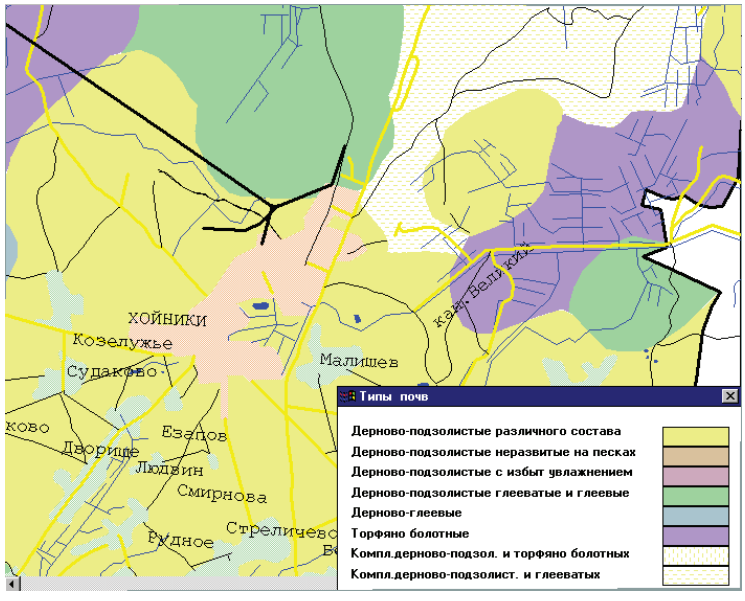


Рис. 3. Фрагмент тематической карты почвенного покрытия

архитектура и градостроительство;

картография (создание и обновление цифровых карт местности, создание специальных и топографических карт, планов городов, создание картографических баз данных, создание тематических карт, веб-картографирование и др.);

проектирование и строительство (автомобильные и железные дороги, инженерные сети, генеральные планы, электрические и трубопроводные сети и т. д.);

навигация и транспорт (навигации на местности, выбор маршрутов движения, управление и эксплуатация автомобильных и железных дорог, управление речными, морскими и воздушными перевозками, диспетчеризация выездов милиции, пожарных, скорой помощи и др.) (рис. 4);

оборона (планирование войсковых операций, разведок, тыловое обеспечение и т. д.);

чрезвычайные ситуации (анализ и моделирование чрезвычайных ситуаций, планирование и осуществление мероприятий по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций) (рис. 5);

экология (оценка, моделирование и прогнозирование воздействия различных факторов природного и техногенного характера на окружающую среду);

природопользование и недропользование (управление природными ресурсами, управление месторождениями полезных ископаемых);

информационно-справочные и другие системы (туризм, образование, демографический и статистический анализ, получение справки по объектам и др.) (рис. 6).

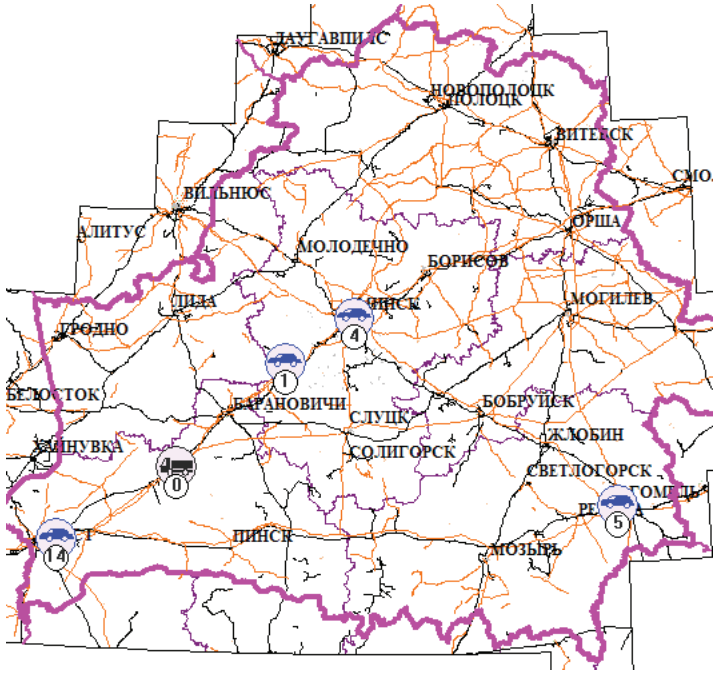


Рис. 4. Фрагмент электронной навигационной карты

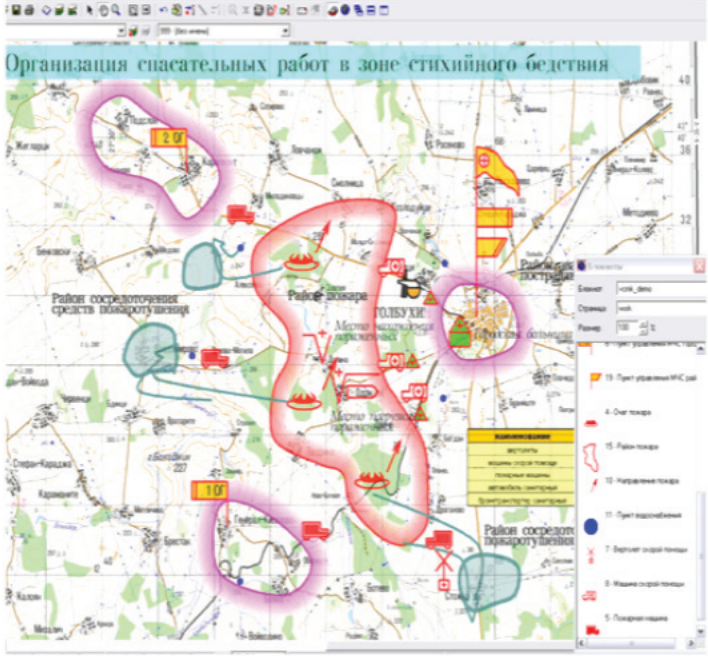


Рис. 5. Карта оперативно-тактической обстановки

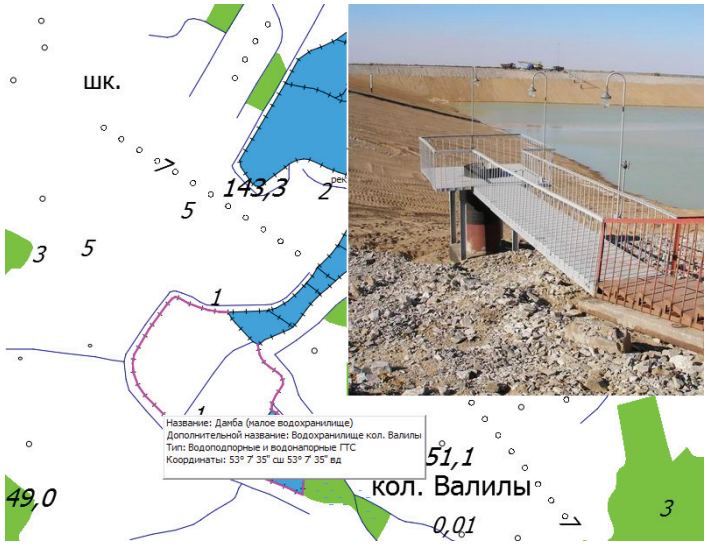


Рис. 6. Справочная информация объекта ГИС «Дамба»

3. Виды ГИС по проблемной ориентации:

полнофункциональные (инструментами) ГИС. Такие системы обладают максимальной функциональностью, что обеспечивает практически полный цикл работы с пространственными данными от ввода и обработки до анализа и принятия решений. Такие ГИС, как правило, позволяют работать со всеми основными моделями пространственных данных: векторными, растровыми, матричными, сетями. Они, с одной стороны, обладают большой универсальностью, а с другой стороны, универсальность зачастую мешает оптимально решать конкретные прикладные задачи. Чтобы избежать этого противоречия, такие системы имеют встроенные языки или инструменты, обеспечивающие возможность написания дополнительных функций. К полнофункциональным ГИС можно отнести Are GIS (фирма ESRI, США), ГИС «Панорама» (КБ «Панорама», Россия);

картографические ГИС. Обеспечивают подготовку и обновление пространственных данных по аналоговым картам, данным дистанционного зондирования Земли; структурный, метрический и семантический контроль данных; редактирование цифровых моделей и т. д.

специализированные ГИС. К этой категории относятся ГИС, предназначенные для применения в конкретной области (экология, оборона, природопользование и т. д.).

4. Виды ГИС по используемой модели данных:

векторные ГИС (рис. 7). Такие системы работают с топологическими и нетопологическими моделями данных. Векторные ГИС обеспечивают макси-

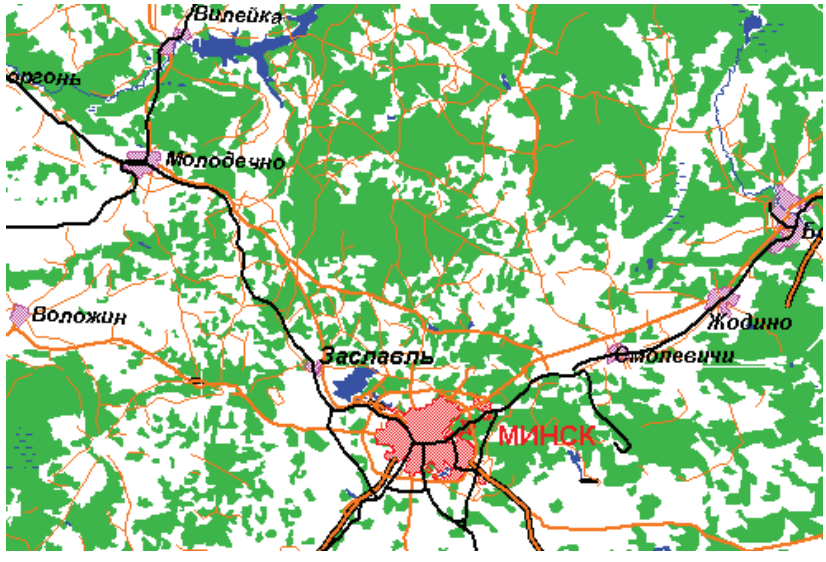


Рис. 7. Фрагмент электронной векторной карты

мальный набор функций пространственного анализа и измерительных операций на основе метрических и семантических атрибутов объектов местности;

растровые ГИС. Эти системы работают только с растровыми моделями данных (растровые копии аналоговых карт и планов, цифровые снимки) и иногда с регулярными моделями поверхностей. Функционально такие ГИС обеспечивают визуализацию растровых изображений, нанесение на растровую подложку тематической информации, подписей и формирование векторных пользовательских слоев с последующим формированием специальных тематических карт;

гибридные ГИС. Такие системы совмещают в себе возможности векторных и растровых ГИС.

Модели пространственных данных

В основе ГИС лежат различные модели данных, служащие отражением реальных объектов местности и явлений, отношений между ними и других дополнительных характеристик. К таким моделям относятся ЦМК, ЦММ, ЦКМ, ЭК и ряд от них производных моделей: цифровые модели рельефа (ЦМР), модели автомобильных дорог и др.

Машинные реализации представления (модели) пространственных данных (ПД) называют форматами ПД. Модели пространственных данных описываются определенными структурами, которые могут иметь разное представление.

В геоинформатике различают два вида моделей: объектные и полевые.

Объектная модель является концептуальной, она представляется посредством векторной структуры данных.

В свою очередь данные модели содержат совокупность структурных элементов, образующих модели пространственных объектов.

Пространственный объект – цифровая модель объекта местности, содержащая его метрические и семантические свойства.

Различают точечные (дискретные) объекты, линейные объекты, площадные объекты (полигоны) и поверхности (тела).

Точечные объекты – это объекты, размеры которых не могут быть выражены в масштабе карты.

Линейные объекты – это объекты, ширина которых не может быть выражена в масштабе карты.

Площадные объекты – это объекты, размеры которых могут быть выражены в масштабе карты.

Поверхности (тела) – это объекты, представленные в виде трехмерного изображения.

Семантические свойства включают в себя качественные и количественные характеристики объектов, топологические свойства и технологические атрибуты.

Полевая модель часто применяется для представления непрерывных или аморфных явлений и вещей (например, поля облачности, плотность населения и т. д.). Реализацией полевой модели служат позиционные структуры данных. Другими популярными структурами данных для представления полей являются триангулированная нерегулярная сеть (TIN), линии контура и точечные решетки.

В ГИС применяются в основном три позиционные модели: матричная, пирамидальные и квадродеревья.

При матричном представлении изображение описывается матрицей, содержащей значения характеристик в элементах (квадратах) прямоугольного разложения плоскости изображения. Принципиальное преимущество матричного представления – его простота и единообразный подход к обработке. В общем случае элементы матрицы могут представлять произвольные характеристики изображения. В зависимости от содержания элементов матрицы они могут разделяться на разные типы моделей:

физические – значения точек представляют собой радиометрические сигналы и принимают целочисленные значения в некотором интервале, например 0–255;

идентификационные – значения точек представляют цифровые идентификаторы принадлежности к району или классу;

Первую модель на практике называют растровой, а две последние – клеточными или матрицами качеств.

Растровое представление широко используется для хранения полутоновых и цветных изображений, где размер клетки определяется в основном раз-

решающей способностью аппаратуры ввода. Размер разложения при клеточном представлении выбирается исходя из требуемой точности представления и/или из условия получения однородных характеристик внутри каждого элемента. Растровые модели поддерживаются такими известными форматами, как BMP, TIFF, GIF, JPEG и др.

Клеточные, или матрицы качеств поддерживаются всеми наиболее развитыми ГИС. К таким форматам можно отнести, например, американский формат DEM (Digital Elevation Model).

Пирамидальные модели и дерево квадрантов в основном используются в качестве промежуточных структур для повышения эффективности обработки изображений. Однако как основные модели они в ГИС практически не используются.

При представлении векторных моделей данных исходят из предпосылки, что изображение можно представить набором некоторых базисных элементов, базисные элементы – набором графических примитивов, а также набором отношений внутри каждой группы этих компонентов.

В ГИС используют три основных вида векторных моделей: векторная нетопологическая; векторная топологическая; объектно-ориентированная.

Векторная нетопологическая модель представляет собой графическое описание объектов местности в терминах формы объекта и его примитивов без наличия связей между ними.

Векторная топологическая модель – это графическое описание объектов местности в терминах базисных графических примитивов, представленных в цепочно-узловой структуре. Информационную основу такого описания составляют понятия «сегмент», «точка», «ломаная», «дуга», «узел», «полигон». Данный вид модели является основным для практически всех зарубежных ГИС. Данные структуры широко использовались в морских навигационных системах и, в основном, для крупномасштабных карт.

Объектно-ориентированная модель строится на концепции цифрового описания объектов местности в терминах сущностей и отношений между ними, где под объектом понимается объект местности (или карты), метрическое и семантическое описание которого не меняется на всем его протяжении. В объектно-ориентированных моделях топологические отношения формируются на уровне объектов, а не на уровне графических примитивов, что, однако, не исключается. В данных моделях понятие слоя не является главным и единицей управления данными служит объект, который описывается в терминах системы классификации и кодирования объектов карты. Атрибутивная информация хранится в виде таблиц, связанных с пространственной информацией.

Объектно-ориентированные модели, основанные на принципах классификации и кодирования объектов, менее универсальны в части графического описания изображений, но устраняют все трудности в части объединения тематической и картографической информации. Кроме того, объектно-ориентированные модели являются более перспективными, так как в практику все

больше внедряются технологии объектно-ориентированного программирования и объектных СУБД.

Объектно-ориентированные модели свойственны в основном отечественным ГИС (ГИС «Панорама», ГИС-ВН, ГИС «Составление-Ц» и некоторые другие).

В ГИС объекты имеют метрическое и семантическое описания. Характеристики объектов, входящие в состав этой информации, называют атрибутами. Совокупность возможных атрибутов определяет класс атрибутивных моделей ГИС.

Метрические (геометрические) атрибуты объекта характеризуют местоположение объекта, его форму и ориентацию.

Семантические атрибуты объекта – атрибуты, характеризующие качественные и количественные особенности объекта.

Семантические атрибуты описывают тематические и временны́е характеристики (временны́е характеристики особенно важны в системах поддержки принятия решений в условиях динамически изменяющейся ситуации, например, при чрезвычайных происшествиях). Наиболее используемой моделью данных для хранения и обработки атрибутов в ГИС является реляционная модель. В соответствии с нотацией реляционной модели данные представляются в виде отношений как двумерные таблицы. Таблица, содержащая атрибуты объектов, называется таблицей атрибутов.

Как было сказано выше, машинной реализацией моделей пространственных данных являются форматы ПД.

Из растровых форматов наибольшее распространение в геоинформационных системах получили PCX (Paintbrush File Format), IMG (GEM Image File Format), GIF (Graphics Interchange Format), TIFF (Tag Interchange File Format Geo TIFF), а также BMP, ERDAS, GRD и др.

Сегодня существуют сотни векторных форматов, из которых наибольшее применение имеют DXF, IGES, S-57 (ранее называвшийся DX-90), VPF, MID/MIF и др. Из числа разработанных в СССР (СНГ) следует упомянуть F1, F1M, F9, F20S, SXF.

Безусловно, использование пространственной информации многогранно и требует дальнейшего развития. Сюда относится реализация термина «инфраструктура пространственных данных», который определяется как совокупность технологий, политики, стандартов и человеческих ресурсов, необходимых для сбора, обработки, накопления, хранения, распространения и улучшения использования пространственных данных; совершенствование методов и технологий тематической обработки снимков; совершенствование методов математического моделирования при решении прикладных задач; более широкое использование 3D-визуализации местности и многое другое. А самое главное – хотелось бы, чтобы на рынке ГИС было представлено все больше отечественных геоинформационных систем.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО

Г. Н. Науменко

Информационное общество (ИО) – современный этап развития цивилизации с доминирующей ролью знаний и информации, воздействием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) на все сферы человеческой деятельности и общество в целом. ИО возникает там, где главным становится управление не материальными объектами, а символами, идеями, образами, интеллектом, и где большинство работающих заняты производством, хранением и реализацией информации, особенно ее высшей формы – знания. Именно обработанная информация в форме знания имеет практическое значение для социума. Она изменяет общество на каждом уровне его организации.

Концепция информационного общества не уникальна. В чистом виде ИО не существует нигде в современном мире, и маловероятно его появление в будущем. Речь идет о новой стадии индустриализации, породившей индустриально-информационное общество, в котором существует паритет между новыми и традиционными ценностями и социальными механизмами. ИО – это новая форма цивилизации, генерирующая современные структуры и соответствующие социально-политические механизмы решения проблем, связанных с развитием отраслей информационных технологий (ИТ).

Следует согласиться с трактующими ИО исследователями, подчеркивающими его индустриальную основу. Они указывают на «…атрибут особой формы социальной организации, в которой создание информации, ее обработка и передача становятся фундаментальными источниками производительности власти, благодаря возникновению в данный исторический период новых технологических условий».

С экономической точки зрения об ИО можно говорить в случае, когда производство, приобретение, распространение и практическое применение информации и знаний превратилось в главную движущую силу социально-экономического развития. И если эта часть экономики составляет значительную часть ВВП страны или региона, то говорится о достижении определенного уровня развития ИО, формировании экономики знаний.

Немного истории. В конце 1960-х гг. в Японии несколько заинтересованных организаций представили правительству документы, в которых впервые в политическом и социально-экономическом контексте была сформулирована идея ИО и были более или менее четко обрисованы его начальные контуры. Это были отчет Агентства экономического планирования «Японское информационное общество: темы и подходы», отчет Совета по структуре промышленности «Контуры политики содействия информатизации японского общества»

и отчет Института проблем использования компьютеров «План информационного общества – национальная цель к 2000».

Один из авторов «Плана информационного общества» – Ё. Масуда – считал, что движущей силой развития общества вскоре и вовсе станет производство не материального, а информационного продукта. К концу 1990-х гг. уже многие страны ясно осознавали необходимость использования шанса, предоставляемого цифровой эпохой. Они уже имели свои политические документы, в которых, к примеру, отмечалось, что развитие и использование ИКТ может обеспечить стране «лидерство», «укрепление чувства общности и национального самосознания» (США), «экономический рост» (Канада), «формирование благодаря развитию сетевой коммуникации продвинутого общества» (Финляндия), «активное участие граждан в управлении государством» (Ирландия), «доступ к сетям, от которых будет зависеть получение информации» (Таиланд).

Для того чтобы ИО стало реальностью, в благополучной Европе потребовался «комиссарский» призыв – доклад Бангеманна «Европа и глобальное информационное общество (1994 г.)» и последовавшие за ним официальные решения и программы государственного уровня. Из доклада Бангеманна: «Информационное общество – это средство, с помощью которого Европейский союз может достичь столь многих своих целей. Нам нужно как следует воспользоваться этим средством, причем воспользоваться без промедления».

Доклад сразу же подкупил европейских политиков масштабностью подходов, концептуальным своеобразием и откровенной социальной направленностью. Он подчеркивал определяющую и преобразующую роль информационных и коммуникационных технологий, которые «ускоряют промышленную революцию». Главный акцент в документе делался на экономическом росте за счет интенсивного развития и использования новых ИКТ. Доклад содержал призыв к координации до этого разрозненных национальных политик и действий, которая была необходима для создания новых возможностей для европейских стран, новых рабочих мест для граждан, новых товаров и услуг для потребителей.

Выделяя ключевые особенности ИО, следует назвать следующие:

1. Для нового типа социума характерно проведение комплексной и планомерной политики информатизации (цифровой трансформации), опирающейся на соответствующую нормативно-законодательную базу и учитывающей как внутренние информационные потребности общества и государства, так и возможности их эффективной интеграции в систему международных связей и отношений.

2. Для ИО характерно достижение высокого уровня развития ИКТ и обеспечивающей инфраструктуры.

3. Информация, знания и ИТ в новом типе социума выступают главным экономическим, научно-техническим, социально-культурным ресурсом, обеспечивающим доминирование информационного сектора в общем объеме ВВП.

4. Информация становится общедоступной (за исключением отнесенной к государственным секретам и ограниченного распространения).

5. Приоритет отдается не готовым формализованным подходам, а информации как основе для поиска самостоятельных решений, инициатив и т. п. Знания и квалификация субъекта становятся важнейшим атрибутом социальной активности, в том числе органов власти и управления.

6. Массовый доступ к информации, интенсификация межкультурных взаимодействий становятся причиной разрушения унифицированных систем культурных норм. Ключевыми ценностями ИО становятся ценность свободного доступа к информации и коммуникации, социальная мобильность, интеллектуальный капитал, профессиональная самореализация.

Развитие ИО в Республике Беларусь является официально признанным национальным приоритетом и обеспечивается наличием развитого человеческого капитала, высокого научного потенциала, функционирующей системы государственной поддержки разработки ИКТ.

Беларусь прошла ряд этапов формирования информационного общества. Создана необходимая нормативно-правовая база, успешно развивается национальная информационно-коммуникационная инфраструктура.

В 1991–2002 гг. решались задачи по информатизации всех сфер жизни государства и общества, предоставлению удаленного доступа к различным средствам информации. Реализуемая в этот период программа информатизации на 1991–1996 гг. и на период до 2000 г. положила начало ускорению процессов развития информационной инфраструктуры ИО.

В результате полученных результатов и опыта реализации были существенно изменены принципы государственного управления в сфере информатизации. Была принята Программа информатизации Республики Беларусь на 2003–2005 гг. и на перспективу до 2010 г. «Электронная Беларусь», задача которой состояла в формировании единого информационного пространства страны.

Одним из ключевых мероприятий программы стала разработка Стратегии развития ИО в Республике Беларусь на период до 2015 г. (Стратегия 2015). Стратегия 2015 обрела статус документа, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь и наряду с общими положениями, оценкой текущего состояния ИО определила цель, задачи и условия его развития на данный период.

Ключевыми факторами развития ИО были названы: государственная информационная политика, национальная информационно-коммуникационная инфрастуктура, человеческий капитал, укрепление доверия и безопасности при использовании ИКТ, национальная информационная индустрия и научные исследования, международное сотрудничество и интеграция в мировое информационное пространство, электронное правительство, электронная торговля, система массовых коммуникаций и электронный контент.

Стратегия 2015 стала основой для разработки Национальной программы ускоренного развития услуг в области информационно-коммуникационных технологий на 2011–2015 гг. Цель данной программы – создание условий для ускоренного развития услуг в области ИТ, содействующих развитию ИО на инновационной основе, а в перечне основных задач – повышение качества и эффективности информационных отношений населения и государства, повышение эффективности реализации основных государственных функций и развитие ИО.

Созданная по итогам реализации Национальной программы информационно-коммуникационная инфраструктура является основой для формирования и реализации отдельных инфраструктурных проектов в рамках концепции «Интернет вещей», дальнейшего развития государственных информационных ресурсов, построения ИО.

В 2015 г. правительством страны утверждается Стратегия развития информатизации в Республике Беларусь на 2016–2022 гг. (Стратегия 2022), в 2016 г. – Государственная программа развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 гг.

Преамбула Стратегии 2022 гласит: начиная с 2010 г. развитие ИО является одним из основных факторов обеспечения конкурентоспособности и инновационного развития национальной экономики, совершенствования системы государственного управления, повышения зрелости гражданского общества. Данный приоритет закреплен также в Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г.

Реализация Государственной программы развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 гг. направлена на достижение одного из приоритетов социально-экономического развития Республики Беларусь – развитие ИО и широкое внедрение ИКТ. Целью программы является совершенствование условий, содействующих трансформации сфер человеческой деятельности под воздействием ИКТ, включая формирование цифровой экономики, развитие ИО и совершенствование электронного правительства.

Индикатором успешности реализации Государственной программы станет повышение позиций Республики Беларусь в рейтинге по индексу готовности к электронному правительству Организации Объединенных Наций и рейтинге по индексу развития информационно-телекоммуникационных технологий в соответствии с классификацией Международного союза электросвязи.

Существуют различные системы оценки готовности стран к переходу к ИО. Среди показателей, которые можно «измерить» и сделать вывод о сформированности в той или иной стране готовности к построению ИО, ключевыми являются:

использование ИКТ в экономике (количество организаций сектора ИКТ; удельный вес организаций, имеющих веб-сайт и применяющих электронную цифровую подпись; удельный вес организаций, использующих системы электронного документооборота и др.);

развитие экспортно ориентированной ИТ-индустрии (темпы развития ИТ-отрасли; доля экспорта услуг сектора ИКТ в общем объеме экспорта услуг; доля импорта услуг сектора ИКТ в общем объеме импорта услуг);

использование ИКТ в государственном управлении (удельный вес организаций, использующих Интернет для получения от государственных органов или предоставления государственным органам информации; удельный вес документов, отправленных (полученных) в электронном виде; количество электронных услуг, оказываемых организациям и населению, и др.);

4) использование ИКТ в домашних хозяйствах (доля домашних хозяйств, имеющих мобильный телефон; распространенность персональных компьютеров в домашних хозяйствах; доля домашних хозяйств, имеющих доступ к Интернету с домашнего компьютера, и др.);

5) использование ИКТ в образовании (использование персональных компьютеров в образовании; удельный вес персональных компьютеров, имеющих доступ к Интернету; удельный вес рабочих мест пользователей публичных библиотек, оснащенных персональными компьютерами и т. д.);

6) уровень представленности государства в международных организациях, заинтересованных в развитии глобального ИО, и др.

Национальный статистический комитет, анализируя процесс развития информационного общества в Беларуси, выделяет следующие факторы: состояние информационно-коммуникационной инфраструктуры, развитие человеческого капитала, состояние экономической среды, уровень развития национальной индустрии ИКТ.

Согласно отчету Международного союза электросвязи 2017 г. Республика Беларусь занимает 32-ю позицию и является лидером по развитию ИКТ в регионе СНГ. По сравнению с 2016 г. Беларуси удалось добиться прогресса по субиндексу доступа к ИКТ (+3 позиции), субиндексу использования ИКТ (+2 позиции), а также сохранить позиции в числе мировых лидеров по уровню развития человеческого потенциала (5-е место).

В рейтинге ООН по уровню развития электронного правительства Республика Беларусь в 2018 г. поднялась на 38-е место. В рейтинге представлены 193 страны, Беларусь впервые в своей истории переместилась в группу стран (топ-40) с очень высоким индексом развития электронного правительства. В 2016 г. Беларусь была на 49-й строке, в 2014 г. – на 55-й.

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА

С. В. Енин

Под термином «экономика» подразумевают хозяйственную деятельность человечества и все отношения, связанные с производством, распределением и потреблением товаров и услуг.

Таким образом, под цифровой экономикой логично подразумевать такую экономику, в которой процессы производства, распределения, обмена и потребления товаров и услуг основываются на цифровых данных и цифровых технологиях. Более того, цифровая экономика порождает новые бизнес-модели и источники создания ценности.

Что лежит в основе цифровой экономики?

В основу цифровой экономики могут быть положены:

глобальная информационная среда, обеспечивающая практически мгновенное и неограниченное распространение информации и знаний. Формирование возможности и потребности в использовании этой среды подавляющим большинством экономических агентов и физических лиц;

экспоненциальный рост объема цифровой информации, который удваивается каждые два года, благодаря повсеместному проникновению технологий Интернета вещей и мобильных технологий, распространению технологий Web 2.0 и социальных сетей; созданию эффективных поисковых систем и цифровых платформ;

эффективные технологии передачи, хранения и обработки огромных объемов цифровых данных, поступающих от практически неограниченного количества источников данных (сети 5G, Интернет вещей, облачные технологии, технологии анализа больших данных, искусственного интеллекта, машинного обучения).

Особенности цифровой экономики

Основные особенности цифровой экономики:

1. *Индивидуализация массовых производственных процессов*, вовлечение потребителя в процесс создания продукта или услуги, учет предпочтений конкретного потребителя и производство все большей номенклатуры продукции «под заказ».

2. *Использование социальных сетей* в качестве инструмента экономической деятельности, в том числе:

среды для ведения бизнеса, рекламы и продвижения товаров и услуг;

изучения спроса и взаимодействия с потребителем с целью учета мнения потребителя о выпускаемой продукции, настройки потребительских свойств продукции на нужды конечного пользователя.

3. *Изменение структуры активов и производственных затрат* компаний (относительный рост стоимости торговой марки, клиентской базы, сети распространения в активах компаний). Превышение расходов на оборудование, необходимое для сбора, обработки, анализа и распространения информации, по сравнению с затратами на машины, предназначенные для штамповки, резки, сборки, погрузки и иного рода действий с материальными объектами.

4. *Возникновение новых типов экономических моделей:*

«все как услуга» – юридические и физические лица с помощью специальных интернет-платформ предоставляют услуги по краткосрочному пользованию любыми свободными активами: производственными и офисными помещениями, технологическими мощностями, транспортом и др. (примеры – такси-сервисы, сервисы по аренде жилья, такие как Airbnb, оцениваемые в настоящее время в десятки миллиардов долларов);

крауд-экономика – привлечение широкого круга заинтересованных посредством социальных сетей к решению производственных и научных задач, оценке потребительских свойств планируемых к выпуску продуктов (услуг), а также к инвестированию в разнообразные проекты, в том числе социальные;

цифровые платформы – новый способ ведения бизнеса и получения добавленной стоимости, организации производства, маркетинга и продвижения продукции на новые рынки. Цифровые платформы в Интернете обеспечивают взаимодействие участников рынка между собой без посредников, содействуют развитию малого и среднего инновационного бизнеса.

5. *Изменение организационных структур*, операционной деятельности, бизнес-моделей и бизнес-процессов в организациях, в бизнесе и системе государственного управления:

переход от иерархических, вертикальных структур управления и организации бизнеса к сетевым структурам и горизонтальным взаимодействиям;

передача прав принятия решений на максимально низкий уровень;

использование Интернета (включая социальные сети и цифровые платформы) и цифровых моделей, технологий и данных на всех этапах жизненного цикла изделий (маркетинговый анализ, проектирование, производство, сбыт, сопровождение);

осуществление значительной части бизнес-транзакций в электронном виде.

Ключевые инструменты цифровой экономики

1. *Цифровые платформы* – это новый способ ведения бизнеса и получения добавленной стоимости, организации производства, маркетинга и продвижения продукции на новые рынки.

Доходы крупнейших интернет-компаний (Google, Facebook, Amazon, PayPal) превышают ВВП некоторых стран. Так, Amazon в 2017 г. получил выручку в размере 177,9 млрд долларов США, Apple – 229 млрд долл. Для сравнения: ВВП Чехии составил 205 млрд долларов США, Новой Зеландии – 198 млрд долл., Беларуси – 167 млрд долл.

Цифровые платформы являются эффективным инструментом для развития инноваций и малого бизнеса.

2. *Цифровые модели объектов реального мира* (машин, оборудования, технологических процессов, зданий и сооружений, сельскохозяйственных объектов).

3. *Интернет вещей и киберфизические системы.* Киберфизические системы (CPS) являются высокоэффективными технологиями, которые объединяют виртуальный и реальный мир для создания сетевого пространства, в котором умные объекты могут общаться и взаимодействовать друг с другом. Такие системы представляют собой следующий эволюционный шаг от существующих встраиваемых систем и обеспечивают основу для создания Интернета вещей (IoT), данных и услуг. На базе данных технологий создаются решения для «умных городов», «умного транспорта» и «умных сетей электроснабжения» (smart grid), а также для индустриального сектора.

Множество интегрированных датчиков позволяют контролировать и высокоэффективно управлять процессом взаимодействия объектов. Данный процесс сопровождается постоянным получением обратной связи от всех объектов, что создает непрерывный информационный поток, формирующий цифровую экосистему вычислительных и управляющих ресурсов. Обрабатываемые с использованием больших данных, искусственного интеллекта, облачных вычислений и интеллектуальных устройств, потоки информации несут неограниченные возможности для повышения эффективности процессов, сокращения расходов, лучшего мониторинга и повышения прогнозных показателей, создания новых видов сервисов.

Институт McKinsey прогнозирует подключение 75 млрд устройств к IoT к 2020 г. и оценивает его вклад в размере 4,5–11 % от глобального ВВП к 2025 г. IoT предоставит дополнительные возможности для положительного воздействия информационной революции на экономику и будет способствовать цифровой трансформации таких отраслей, как промышленность, энергетика, транспорт, здравоохранение и сфера общественных услуг (рис. 1).

3. *Цифровая экосистема как симбиоз технологических трендов* (сети нового поколения, мобильные приложения и сервисы, IoT, облачные вычисления, аналитика больших данных, искусственный интеллект) (рис. 2), включая:

потенциал технологии IoT раскрывается в сочетании с возможностями больших данных;

Рис. 1. Потенциальная экономическая эффективность использования технологии Интернета вещей в различных сферах к 2025 г.

технологии *искусственного интеллекта* значительно упрощают обработку данных, объемы и сложность которых стремительно возрастают и помогают создавать киберфизические системы (автономные транспортные сети, смарт-транспорт и др.);

датчики и сети представляют «каркас» IoT;

облачные и другие вычислительные технологии обеспечивают дополнительный уровень обработки данных и возможности для их хранения, а также совместного доступа к ним, существенно снижают затраты пользователя на внедрение ИТ-сервисов, так как не требуют капитальных затрат на создание инфраструктуры, поддержку и сопровождение, и позволяют оплачивать только фактически потребленный объем сервисов;

анализ больших объемов данных позволяет создавать описания (референсные модели) и точные прогнозы (предсказательная аналитика) на основе отобранных детальных сведений, искусственный интеллект усиливает все эти возможности (например, компьютерное зрение предоставляет новые формы восприятия).

Описанные возможности создаваемой экосистемы находят широкий спектр применения как в различных секторах экономики (энергетике, транспорте, здравоохранении

Рис. 2. Модель ИКТ экосистемы на основе передовых трендов

и др.), так и в межотраслевых процессах, а также являются основным инструментом для достижения целей устойчивого развития.

4. *Передовое производство* (advance manufacturing): использование трехмерных моделей и технологий трехмерной печати для изготовления деталей и узлов оборудования, строительных конструкций, разнообразных медицинских приложений.

5. *Архитектура предприятия*: методологический подход к анализу эффективности и управлению развитием предприятия путем интегрированной модели, объединяющей бизнес-цели предприятия, разнообразные цифровые данные, программные приложения, информационно-технологическую инфраструктуру, кадровый потенциал.

6. *Пожизненная система повышения квалификации и переподготовки.*

Секторальные особенности цифровой экономики. Промышленное производство

Основная цель цифровой экономики – обеспечение конкурентоспособного конечного или промежуточного продукта на мировом рынке, т. е. продукта с заданными потребительскими свойствами, себестоимостью, стоимостью владения.

Инструменты:

автоматизация производственных процессов (робототехнические комплексы, аддитивное производство – 3D-принтинг);

использование лучших практик (современных стандартов) в ходе управления проектированием, подготовкой производства и поддержанием всех фаз жизненного цикла продукта;

реинжиниринг и автоматизация бизнес-процессов (объединение в единый процесс конструирования и технологической подготовки производства). Стандарты позволили сертифицировать производство и продукцию большого количество независимых поставщиков комплектующих, что повлекло повышение качества производимой продукции, рост уровня конкурентности и, как следствие, снижение себестоимости. В результате изменилась структура производственных компаний: произошел переход от вертикально интегрированных компаний к горизонтальным сетевым взаимодействиям;

усложнение инструментов проектирования и производства. Развитие аутсорсинга. Сформировался слой независимых инжиниринговых компаний, работающих по общепринятым мировым стандартам, которые не только занимаются инженерными расчетами и имитационным моделированием сложных кинематических схем, но и разрабатывают стандарты предприятия по всем стадиям проектирования и подготовки производства совместно с инженерными службами предприятия-изготовителя; проводят как виртуальные,

так и натурные испытания узлов; разрабатывают технологические процессы и проектируют технологические инструменты и приспособления; проводят исследования и обучение специалистов предприятия;

минимизация транзакционных издержек. Автоматизация коснулась не только собственно производства и управления ресурсами предприятия, но и взаимодействия с клиентами, поставщиками и управления цепочками поставок. Для осуществления эффективного взаимодействия между участниками цепочек поставок (производителями, потребителями, поставщиками сырья и комплектующих, логистическим компаниями) активно осуществляется переход на электронный коммерческий документооборот;

формирование единой информационной среды предприятия, объединяющей бизнес-цели, различного рода активы, технологические процессы, маркетинг, сбыт в многоуровневую архитектуру предприятия.

ЦИФРОВОЙ РЕГИОН

С. В. Кругликов, Г. П. Матюшенко

Цифровая трансформация экономики для Республики Беларусь сегодня выступает в качестве приоритетного способа развития и повышения конкурентоспособности страны на мировом рынке. Президентом Республики Беларусь поставлена масштабная задача по превращению Беларуси в ИТ-страну.

Регионы такой страны должны соответствовать заданному курсу развития. По этой причине региональное и городское управление должно активизировать работу по внедрению передовых ИТ-решений в городскую и районную инфраструктуру, способствующих формированию «умных школ», «умных городов», «умных районов», «умной страны» в целом. Концепция Smart Sity получила общемировое распространение. «Умный город» – это взаимосвязанная система коммуникативных и информационных технологий. Концепция Smart Sity особенно популярна в среде городского развития. Однако эта концепция применима к административной территории любого масштаба. В то же время реализация цели «умная страна» основывается на развитии каждого отдельного региона как «умного пазла» одной общей «умной системы» (рис. 1).

Основные понятия. «Умный регион» рассматривается как территория инновационного развития, использующая цифровые технологии для повышения уровня жизни, эффективности человеческой деятельности и конкурентоспо-

Рис. 1. «Умный пазл» как основа формирования концепции Smart Sity

собности экономики, при обеспечении удовлетворения потребностей настоящего и будущих поколений в устойчивом развитии (рис. 2).

Иными словами, «умный регион» – современное и технологичное пространство, в котором жителям будет удобно и приятно жить. Например, умный район предоставит жителям целый ряд сервисов, которые помогут на качественно новом уровне решать привычные задачи: найти и купить лекарство, сориентироваться в инфраструктуре района и найти обслуживающую его организацию, выбрать мероприятия для проведения семейного досуга.

Важной предпосылкой внедрения интеллектуальных цифровых технологий в различные сферы деятельности на любой территории является широкое использование информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) населением и организациями.

Понятие «умный» применительно к разным сферам можно представить в виде рис. 3.

Плюсы «умного района» заключаются в повышении уровня жизни граждан и уменьшении издержек рабочих процессов управления жизнедеятельностью региона благодаря автоматизации этих процессов. Интеллектуальный район выполняет две важные задачи:

сбор и передача данных обо всех сферах жизни района представителям органов управления;

налаживание обратной связи между жителями района и администрацией, что способствует благоустройству среды проживания в населенных пунктах района.

Внедрение данного подхода в регионах Беларуси позволит усовершенствовать систему управления и взаимодействия государственных органов власти с обществом, повысит качество и эффективность работы различных служб, а все вместе качественно изменит жизнь населения.

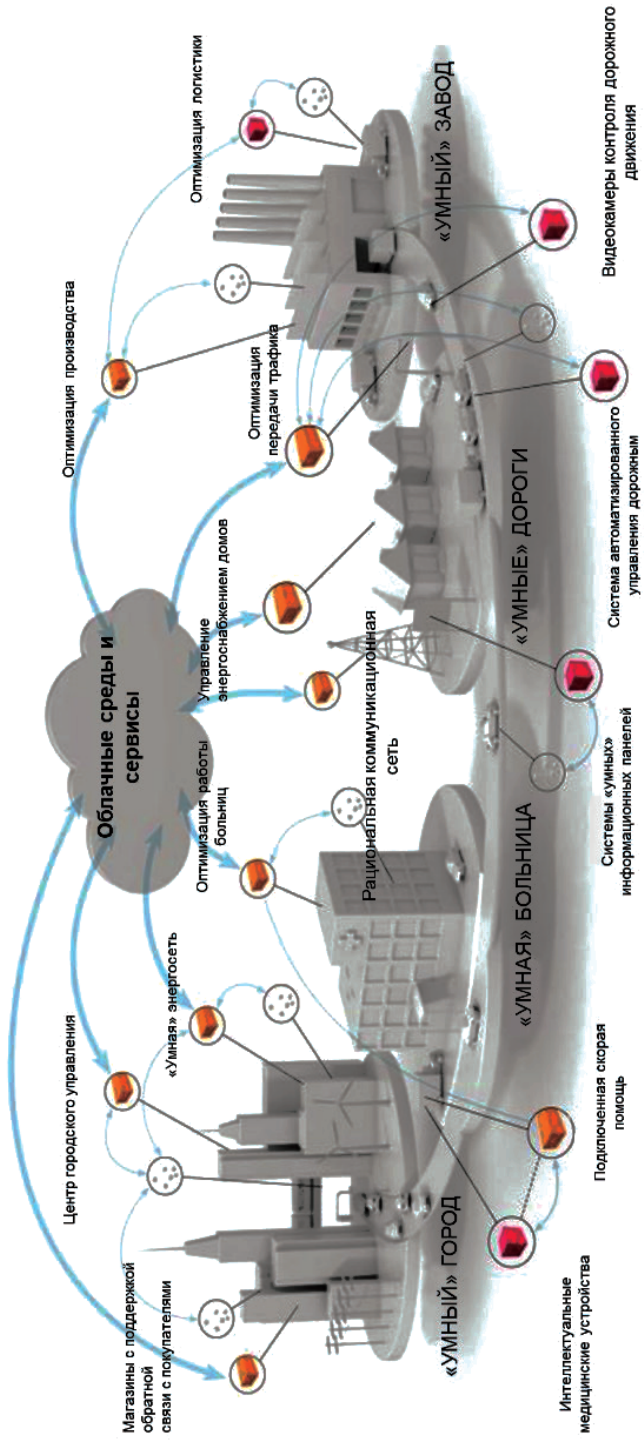


Рис. 2. Направления реализации проекта «Умный регион»

Рис. 3. Понятие «умный» применительно к разным сферам

Мировой опыт. Концепция Smart Sity получила общемировое распространение. Интересен опыт Казахстана, где запущен проект Astana Global Smart City. Ожидается, что около 90 % освещения в Астане станет интеллектуальным, благодаря чему станут доступны еще 10 дополнительных услуг «умного» города.

Международная консалтинговая компания McKinsey предсказывает появление 600 «умных» городов уже к 2020 г. Согласно прогнозу, они будут генерировать по меньшей мере две трети мирового ВВП.

Столица китайской провинции Нинся – Иньчуань примечательна тем, что это единственный город в мире, в котором не нужны банковские карты, проездные билеты и, соответственно, наличные деньги. Вместо них – лицо. Для того чтоб оплатить услугу, нужно всего лишь подставить его под систему распознавания лиц, и нужная сумма будет автоматически списана с вашего счета.

Чтобы купить продукты, здесь больше не нужно идти в магазин – достаточно заказать их через мобильное приложение. Ждать курьерской доставки тоже не потребуется: оплатив покупку, спокойно можете забрать товар в ближайшем холодильнике – камере хранения.

Все мусорные контейнеры работают от солнечных батарей, когда бак заполняется, в коммунальную службу поступает соответствующий сигнал и мусор вывозят.

А в здании местной администрации на входе вместо сотрудников работают голограммы. Многие процедуры, которые нужно было решать раньше, общаясь с чиновниками, теперь выполняются онлайн.

Smart City в Китае – это еще и государственная цель. К 2050 г. правительство КНР планирует переселить в города 250 миллионов сельских жителей, а «умные города» – это как раз то, что может стать дополнительным стимулом для граждан.

Рис. 4. Ключевые параметры, которые будут определять «умный город» в 2020 г.

В настоящее время единого перечня технологий, внедрение которых будет однозначно характеризовать город или район как «умный», не существует. Но можно выделить наиболее характерные для этого процесса цифровые преобразования.

Ключевые параметры, которые будут определять «умный город» в 2020 г.: умная энергия, умные здания, умная мобильность, умная технология, умное здравоохранение, умная инфраструктура, умная власть, умное образование, умная безопасность, умные горожане (рис. 4).

Приоритетные сферы развития. Функционально-технологические области развития «умных районов» должны определяться с учетом специфики каждого района, но фокусироваться на наиболее значимых услугах для жителей и устойчивого развития данной территории.

С учетом специфических факторов для каждого района возможно три основных направления реализации концепции «умный район». Основные направления развития данных секторов приведены в таблице.

Важнейшие направления развития «умного района»

Государственное управление	Инновационная экономика	Городская инфраструктура
Административные услуги гражданам	Инновации в промышленности, кластерах, районах города	Транспорт
Представительная и прямая демократия	Умная рабочая сила: образование и занятость	Энергетика/Коммунальные услуги
Услуги для граждан: качество жизни	Создание наукоемких компаний, инвестиционных проектов	Защита окружающей среды/ Безопасность

Правовая среда для цифровых технологий в Беларуси. В настоящее время активно разрабатывается нормативно-правовая и научно-техническая база для реализации в регионах Республики Беларусь мероприятий по освоению цифровых технологий.

Указом Президента Республики Беларусь от 8 ноября 2011 г. № 515 «О некоторых вопросах развития информационного общества в Республике Беларусь» в стране был создан Совет по развитию информационного общества при Президенте Республики Беларусь.

Постановлением Совета Министра Республики Беларусь от 23 марта 2016 г. № 235 утверждена Государственная программа развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 гг.

В Стратегии развития информатизации в Республике Беларусь на 2016–2022 гг., утвержденной на заседании Президиума Совета Министров от 03.11.2015 г. № 26, в разделе 2 «Концептуальные основы развития информатизации в Республике Беларусь» определено, что «стратегической целью дальнейшего развития информатизации в Республике Беларусь является совершенствование условий, содействующих трансформации сфер человеческой деятельности под воздействием ИКТ, включая формирование цифровой экономики, развитие информационного общества и совершенствование электронного правительства Республики Беларусь».

В 2016–2022 гг. в вопросе развития информатизации Республика Беларусь ставит своими задачами:

развитие эффективной и прозрачной системы государственного управления посредством внедрения передовых ИКТ во все сферы человеческой жизнедеятельности;

совершенствование системы управления и правового регулирования процессами информатизации;

дальнейшее совершенствование национальной информационно-коммуникационной инфраструктуры;

обеспечение прозрачности и удобства коммуникаций между гражданами, бизнесом и государством путем повсеместного перевода данных коммуникаций в электронную форму;

создание и внедрение государственной системы идентификации субъектов информационных отношений;

дальнейшее формирование единого информационного пространства для оказания электронных услуг на основе интеграции информационных систем;

создание условий для использования электронных услуг, стимулирующих их востребованность;

увеличение объема производства и безопасного потребления высокотехнологичных и наукоемких ИКТ товаров и услуг;

модернизацию традиционных отраслей промышленности на основе внедрения мировых стандартов качества, технологий цифрового маркетинга и производства;

обеспечение непрерывности, безотказности, безопасности информационных потоков.

Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2016–2020 гг. предусмотрено, что в текущей пятилетке в сфере информатизации предстоит решить двенадцать ключевых задач:

1. Создание одной из самых современных инфраструктур телекоммуникаций в Восточной Европе. Реализация программы «Оптоволокно в каждый дом».

2. Создание полноценного электронного правительства.

3. Стандартом для новых домов и квартир станет система «Умный дом».

4. Максимальное внедрение во все отрасли экономики технологий сбора и обработки больших массивов данных.

5. Изучение возможностей использования новейших технологий передачи и хранения информации в банковской сфере, государственном управлении, нотариате и др.

6. Снятие всех административных барьеров, мешающих развитию электронной торговли, а также использованию ведущих мировых и региональных платежных систем.

7. Оснащение всех учреждений общего среднего образования страны высокоскоростным беспроводным Интернетом. Широкое использование электронных средств обучения (электронные дневник, журнал, учебник и др.).

8. В транспортной сфере планируется создание автоматизированных систем мониторинга и управления состоянием транспортной инфраструктуры, внедрение интеллектуальных комплексов регулирования дорожного движения, систем учета топливных ресурсов.

9. В промышленности предусматриваются внедрение автономных производственных комплексов, систем управления на основе концепции «Интернет вещей», технологий трехмерной печати, полная цифровая интеграция инженерно-конструкторских работ по всей цепочке создания стоимости.

10. В сельском хозяйстве намечается переход к точному земледелию.

11. Широкое внедрение технологий электронного сельского хозяйства.

12. В жилищно-коммунальном хозяйстве предусмотрено повсеместное внедрение систем автоматического учета и регулирования потребления топливно-энергетических ресурсов, контроля за техническим состоянием объектов инфраструктуры, полнотой и правильностью начисления и оплаты жилищно-коммунальных услуг.

Управление регионом на уровне районной администрации. Освоение информационных (цифровых) технологий в сфере государственного управления

как на уровне правительства Республики Беларусь, так и на региональном уровне является сегодня одной из самых актуальных задач. Для обеспечения соответствия современным требованиям качества предоставления услуг населению, а также своевременности принимаемых управленческих решений государственные организации должны глубоко разобраться в возможностях цифровых технологий и фундаментально переосмыслить свою деятельность, сравнить то, как они функционируют сейчас и как должны работать в ближайшем будущем.

Простая установка и настройка автономных автоматизированных систем для существующих процессов ведения дел не может привести к увеличению эффективности или к трансформационным изменениям, необходимым для решения тех сложных задач, с которыми сегодня сталкиваются региональные администрации и муниципальные образования. Имеющиеся сегодня ИТ-решения для регионального управления предлагают организациям революционный интегрированный технологический подход, сочетающий в себе современное программное обеспечение, многолетний опыт работы внедрения ИТ в государственном секторе, передовые информационно-программные инструменты управления деятельностью в соответствии со специфическими требованиями региональных администраций и муниципальных образований.

Интегрированный подход к автоматизации деятельности администрации региона означает выбор общей платформы, которая, с одной стороны, обеспечивала бы в перспективе автоматизацию всех бизнес-процессов ее деятельности, а с другой – предусматривала бы возможность поэтапного внедрения функциональности, предоставляя гибкость при выборе необходимых блоков и возможность быстрого внедрения.

Выбранное решение для региональных администраций и муниципальных образований должно являться вложением средств, которое будет давать результаты практически неограниченное время в настоящем и будущем. Кроме того, интегрированные решения должны обеспечивать в первую очередь создание упрощенных непрерывных процессов и автоматизации, позволяющей предоставлять современные услуги с учетом требований граждан. При таком подходе администрация будет наглядно видеть, где возникают затраты, какие факторы влияют на результаты автоматизации и каких количественных и качественных результатов в своей деятельности она достигла благодаря освоению ИТ.

Выбираемые решения для государственного сектора должны позволять администрации региона улучшить общение и сотрудничество с гражданами, партнерскими организациями и сотрудниками, формируя надежную основу для инициатив создаваемого «электронного правительства» региона.

Помимо этого интегрированная информационная система, необходимая для своевременного принятия управленческих решений, предоставляет новые

возможности для повышения качества государственных услуг, которого так ждут и бизнес, и граждане.

Пример структуры интегрированной информационной системы для автоматизации деятельности администрации района представлен на рис. 5.

Успешное функционирование интегрированной региональной информационной системы базируется прежде всего на едином информационном пространстве и обеспечивает создание автоматизированной информационной системы «Межведомственное взаимодействие». Создание единого информационного пространства сбора, накопления и анализа всех видов качественной и количественной информации является непременным условием повышения эффективности управления регионом, предприятием, организацией.

Создание автоматизированной информационной системы «Межведомственное взаимодействие» предусматривает интеграцию в единую систему функционирующих сегодня самостоятельных систем и разработку новых, таких как:

система межведомственного электронного документооборота;

единая информационная система выполнения поручений Президента Республики Беларусь;

система защищенной электронной почты;

электронная почта гражданина Республики Беларусь;

система обмена электронными товарно-транспортными накладными;

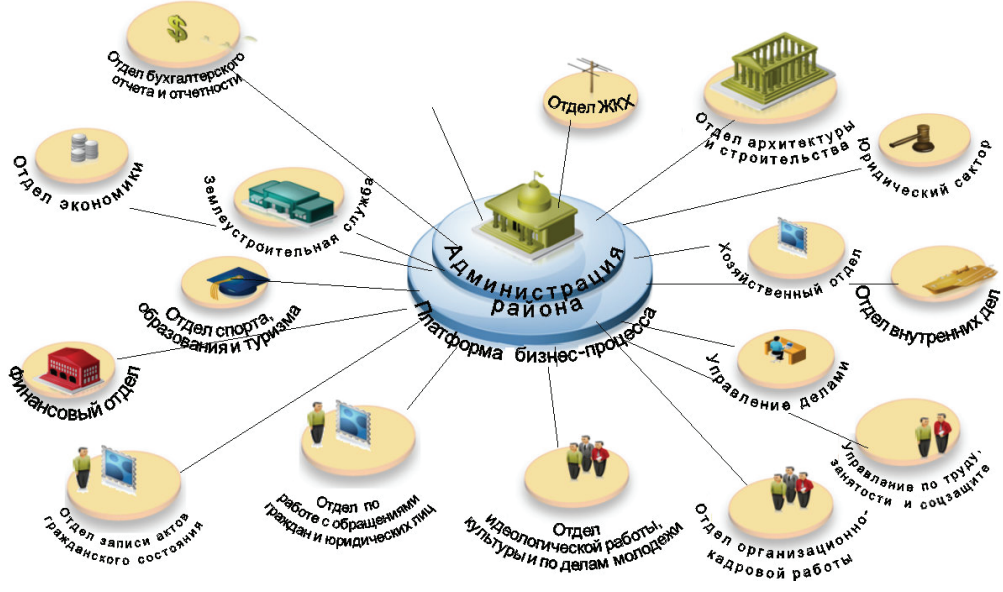


Рис. 5. Структура администрации района и автоматизация ее деятельности в интегрированной информационной системе

система обмена с интегрированной информационной системой Евразийского экономического союза;

система по работе с обращениями граждан Республики Беларусь.

Помимо базовых решений при планировании развития «умных регионов» следует обладать знаниями в части тех отраслевых решений, которые уже существуют сегодня и поэтапно развиваются в масштабах страны.

В этом контексте наиболее значимыми решениями с точки зрения развития городской и районной инфраструктуры выступают решения в следующих направлениях:

управление развитием города;

жилищно-коммунальное хозяйство и распоряжение имуществом;

топливно-энергетический комплекс;

городское планирование и строительство;

управление объектами городской инфраструктуры;

общественная безопасность;

общественный и личный транспорт;

здравоохранение и социальная защита населения;

образование;

культура, туризм;

жизнедеятельность и досуг граждан;

экология.

Приведенные направления совершенствования процессов, протекающих в городах и районах, не являются конечным перечнем технологий «умного» города или района. Едва ли не каждый день в мире появляются новые решения. Обладая необходимой инфраструктурой, кадровыми и материальными ресурсами, район может инициировать и собственные инновации в части цифровых преобразований. В целом реализуемые решения по развитию «умного района» должны быть ориентированы на упрощение и повышение качества протекающих в регионе процессов, в том числе в части:

совершенствования механизмов районного управления;

формирования благоприятных условий жизнедеятельности и ведения предпринимательской деятельности;

создания условий для экономии расходования энергоресурсов;

улучшения экологической обстановки в районе;

повышения уровня безопасности жизни в районе и готовности его служб к оперативному реагированию на чрезвычайные ситуации;

укрепления инновационного и экономического потенциала района;

повышения уровня удовлетворенности граждан работой районных служб, в том числе посредством их активного вовлечения в принятие решений по развитию района.

Залогом успеха в данном направлении является наличие понимания у руководства района, что такие преобразования – наиболее эффективный путь к устойчивому развитию. В случае определения цифровизации в качестве приоритетного способа развития в районе будут создаваться условия для поддержки таких проектов, формирования качественно новой среды жизни граждан, а также повышения экономических показателей и конкурентных преимуществ района.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Информационная безопасность (ИБ) – практика предотвращения несанкционированного доступа, использования, раскрытия, искажения, изменения, исследования, записи или уничтожения информации. Это универсальное понятие применяется вне зависимости от формы, которую могут принимать данные (электронная или, например, физическая). Основная задача ИБ – сбалансированная защита конфиденциальности, целостности и доступности данных с учетом целесообразности применения и без какого-либо ущерба производительности организации. Это достигается в основном посредством многоэтапного процесса управления рисками, который позволяет идентифицировать основные средства и нематериальные активы, источники угроз, уязвимости, потенциальную степень воздействия и возможности управления рисками. Этот процесс сопровождается оценкой эффективности плана по управлению рисками.

Базовым документом, предлагающим систему официальных взглядов на сущность и содержание, а также определяющим стратегические задачи и приоритеты в области ИБ, является Концепция информационной безопасности Республики Беларусь. Формируемые глобальное информационное общество, электронное государство (ИТ-страна) в Беларуси с возрастающим воздействием информационных технологий на все сферы деятельности и общество в целом порождают новые риски, вызовы и угрозы. Концепция обеспечивает комплексный подход к проблеме ИБ и создает методологическую основу для совершенствования деятельности.

К основным определениям в сфере ИБ относятся:

информационная безопасность – состояние защищенности сбалансированных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз в информационной сфере (а также способность субъектов ее обеспечения к штатному функционированию в любых условиях обстановки);

защита информации – комплекс правовых, организационных и технических мер, направленных на обеспечение конфиденциальности, целостности, подлинности, доступности и сохранности информации.

Одна из основных задач Концепции – обеспечение комплексного подхода к проблемам ИБ, создание методологической основы развития деятельности по ее совершенствованию, защита национальных интересов в информационной сфере.

В числе основных приоритетов – технологический аспект ИБ. Его роль велика, в том числе в развитии эффективной и прозрачной системы государ-

ственного управления, обеспечении быстрых, удобных и безопасных коммуникаций между государством, бизнесом и гражданами, модернизации национальной информационной инфраструктуры, внедрении информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в реальном секторе экономики, совершенствовании социальной сферы на основе ИКТ, укреплении собственной отрасли информационных технологий.

Беларусь последовательно участвует в процессах информатизации на трансграничном контуре, в том числе в рамках Союзного государства Беларуси и России, Евразийского экономического союза, Содружества Независимых Государств, Европейского союза и иных мировых систем политического и экономического взаимодействия и партнерства.

Так, протоколом об информационно-коммуникационных технологиях и информационном взаимодействии в рамках Евразийского экономического союза (приложение 3 к Договору о Евразийском экономическом союзе) вводятся понятия «защита информации», «трансграничное пространство доверия» и другие, а к основным задачам Комиссии отнесены выработка решений для обеспечения защиты информации в общей инфраструктуре документирования информации в электронном виде. Кроме того, государства-члены обеспечивают защиту информации, содержащейся в информационных ресурсах, информационных системах и информационно-телекоммуникационных сетях уполномоченных органов.

Важнейшей целевой установкой обеспечения информационной безопасности является информационный суверенитет Республики Беларусь. В международных отношениях информационный суверенитет обеспечивается в том числе на основе принципа информационного нейтралитета, предусматривающего уважение общепризнанных и общепринятых прав любого государства в данной сфере, а также исключение нанесения вреда информационной инфраструктуре.

Цифровая трансформация экономики и инновации в области ИКТ обусловливают необходимость принятия особых мер, обеспечивающих доверие и безопасность при создании и использовании в современном информационном обществе информационной инфраструктуры и данных в информационных системах. При этом необходимым условием реализации прав граждан в информационной сфере является устойчивое функционирование и управляемость национального сегмента сети Интернет. В Республике Беларусь кибербезопасность национального сегмента Интернета обеспечивается главным образом за счет отражения основного объема кибератак на информационные системы и сети передачи данных путем блокирования вредоносных коммуникаций между субъектами и объектами воздействий.

Появление широких и доступных возможностей для сбора, хранения и обработки большого объема данных, создание технологий прямого доступа к информации обусловливают необходимость рассматривать ее как самостоятельный и ценный ресурс. Информационные ресурсы становятся приоритетным объектом преступлений и киберинцидентов, подвергаются похищению, модификации, уничтожению, блокированию и другим воздействиям.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В. А. Дмитриев, А. Б. Степанян, Е. П. Максимович

В связи с широкой информатизацией основных сторон жизнедеятельности информационные технологии стали важной частью жизни общества, во многом определяющей направления его социально-политического и экономического развития. Это обусловливает актуальность проблем информационной безопасности (ИБ) как неотъемлемой составляющей безопасности любого высокоразвитого государства. Вопросы обеспечения информационной безопасности регламентируются соответствующими нормативными правовыми актами и техническими нормативными правовыми актами Республики Беларусь.

В 2019 г. принята Концепция информационной безопасности Республики Беларусь. В главе 23 «Безопасность информации ограниченного распространения и защита персональных данных» Концепции констатируется:

«В соответствии с нормативными правовыми актами Республики Беларусь осуществляется формирование и защита служебной информации ограниченного распространения, а также защита информации, составляющей коммерческую, профессиональную, банковскую и иную охраняемую законом тайну, информации о частной жизни физического лица, персональных данных, иной информации, доступ к которой ограничен законодательными актами Республики Беларусь» (ст. 86);

«В условиях физической возможности и нецелесообразности полностью отделить информационную систему и ресурсы, содержащие эти данные, от сети Интернет и иных сетей общедоступного пользования, физическим и юридическим лицам необходимо предпринять необходимые правовые, организационно-распорядительные и технические меры, обеспечивающие минимизацию количества киберинцидентов и вреда от них в этих системах» (ст. 87).

Основными законами в области информационной безопасности являются: Закон Республики Беларусь № 59-З «О ратификации Соглашения о сотрудничестве в создании государственных информационных систем паспортно-визовых документов нового поколения и дальнейшем их развитии и использовании в государствах – участниках СНГ»; Закон Республики Беларусь № 113-З «Об электронном документе и электронной цифровой подписи»; Закон Рес-

публики Беларусь № 170-З «О государственных секретах»; Закон Республики Беларусь № 455-З «Об информации, информатизации и защите информации».

Безопасность информационной инфраструктуры (в случае НАН Беларуси – академсеть BASNET) обеспечивается принятием требуемых мер по безопасности и защите информации. В рамках решения вопросов ИБ в академсети BASNET выполняются плановые программно-технические работы, направленные на информационную и техническую безопасность функционирования сетевой инфраструктуры и абонентских подключений. Специалистами сети BASNET осуществляется программно-техническая поддержка и консультации пользователей по вопросам функционирования систем межсетевого экранирования, ограничения доступа, антивирусной защиты и защиты от вторжений.

Активное всестороннее и взаимовыгодное сотрудничество в сфере ИБ осуществляется в рамках интеграционных объединений. НАН Беларуси представлена, в том числе, в Совете базовой организации государств – участников СНГ по информационной безопасности и подготовке специалистов в данной сфере.

НАН Беларуси относится к числу субъектов обеспечения ИБ Республики Беларусь. С учетом данного факта одним из важных направлений механизма реализации Концепции являются разработка и осуществление мер по укреплению информационной безопасности, основывающихся на научном обеспечении, включая фундаментальные и прикладные исследования.

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 9.11.2010 г. № 574 состояние безопасности в информационной сфере НАН Беларуси по вопросам технической защиты информации, развития информационно-коммуникационных технологий и услуг оценивается ежегодно. По результатам работы в 2018 г. оценка состояния признана положительной.

Состояние и развитие информационной сферы в Республике Беларусь (технологический аспект) оценивается международными рейтингами.

В общей сложности в 2018 г. в мире был предотвращен 41 млрд случаев кибератак, способных воздействовать на информационное пространство компьютера, в котором находятся сведения, хранятся материалы физического или виртуального устройства, и обычно поражающих носитель данных, специально предназначенный для их хранения, обработки и передачи личной информации пользователя. Самый высокий уровень кибератак оказался в США – там было остановлено свыше 10 млрд таких случаев, в Китае и Бразилии количество остановленных попыток превысило 2 млрд. Вредоносные адреса в России были заблокированы 6 876 981 раз, в Украине – 1 442 481 раз, в Казахстане – 71 147 раз. Кроме того, в России было зафиксировано 2 922 144 случая с зараженным программным обеспечением, в то время как в Украине – 1 353 474, в Казахстане – 75 002 случая.

Каждые один-два года формы угроз радикально меняются, поэтому даже самые современные подходы к защите стремительно теряют свою эффективность. Поэтому современным предприятиям необходимо как можно более гибко подходить к вопросам обеспечения безопасности и регулярно пересматривать принятые ранее решения.

В настоящее время наблюдаются многовекторные, крупномасштабные и стремительно распространяющиеся кибератаки «пятого поколения» (Gen V).

Как показали исследования специалистов компании Check Point, 97 % компаний не готовы к кибератакам «пятого поколения», а 77 % ведущих специалистов в области ИБ выразили обеспокоенность тем, что организации не готовы к таким современным кибератакам и что подавляющее большинство инфраструктур безопасности компаний безнадежно устарело.

Тенденция, которая наблюдалась в течение предыдущих лет, однозначно говорит о том, что ожидать уменьшения количества и масштабов атак не стоит. Как прогнозируют эксперты, вероятно, кибератаки все чаще будут нацеливаться на конкретные уязвимые точки, также ожидается значительное увеличение атак с использованием устройств Интернета вещей.

В качестве нового эффективного инструмента злоумышленников, позволяющего повысить незаметность и эффективность атаки, можно указать, например, бесфайловые вредоносные программы. По данным на конец 2018 г. было зафиксировано свыше 140 тыс. бесфайловых атак. В основе этого типа атак лежит простая идея: на любом компьютере уже имеются средства, которые позволяют выполнить множество действий (командные оболочки и интерпретаторы, а также системные утилиты, например, PowerShell.exe или wmic.exe), в том числе задачи злоумышленника. Следовательно, нет необходимости размещать на нем специальные программы, которые могут быть распознаны как вредоносные. Если преступник сможет использовать уязвимости для обхода защиты, перехватить управление процессом, запустить в пространстве памяти такого процесса свой код и применить его для вызова средств, которые уже имеются на устройстве, обнаружить атаку будет сложнее. Хотя успешное применение данного подхода с использованием локальных ресурсов требует соответствующей квалификации злоумышленника. В частности, ему нужно решить следующую проблему: при выключении питания информация в памяти компьютера не сохраняется, и, если файлы не записаны на диске, перед правонарушителем встает вопрос, как обеспечить автозапуск своего кода и удержать контроль над скомпрометированной системой после перезагрузки. В атаках данного типа широко используются следующие бесфайловые техники: вредоносный скрипт размещается в подписке инструментария управления Windows (WMI); вредоносный скрипт непосредственно передается в качестве параметра командной строки в PowerShell; вредоносный скрипт размещается в реестре и/или планировщике заданий ОС и выполняется планировщиком заданий ОС; вредоносный исполняемый файл извлекается

и выполняется непосредственно в памяти без сохранения на диск с помощью специальной техники и др. Для доставки бесфайлового вредоносного кода на компьютер жертвы злоумышленники могут применять следующие способы: эксплуатацию уязвимости, вредоносный документ с макросом, простой исполняемый файл.

По итогам 2018 г. ряд экспертов выделили следующую пятерку вредоносных программ: криптовалютный майнер CoinMiner (1 350 951 атак), вымогатель WannaCry (616 399), Powload (378 825), Downad (240 746) и Sality (166 981 атак).

Если рассматривать вредоносные программы в аспекте «областей применения» то, например, для банковской сферы самыми опасными остаются файловые вирусы Emotet (было предотвращено почти 133,5 попыток взлома с его применением) и Ramnit (заблокировано 78,062 атак).

Что касается мобильного сектора, то для Android самые вредоносные программы – это SMSreg (1 638 167 атак) и Shedun (1 345 900), для iOS – IOS_Jail Break Tool.A (397) и IOS_I Back Door.A (65 атак).

В случае PoS-атак мошенники чаще всего применяли вредоносные инструменты TinyPOS и Recoload, на которые пришлось 1264 и 286 атак соответственно.

В рамках современных многокомпонентных атак цепочка вредоносных действий может включать несколько этапов, что позволяет хакерам получить контроль в ИТ-инфраструктуре организации, оставаясь незаметными для средств защиты – антивирусов и даже песочниц. Многокомпонентная атака начинается фишинговой рассылкой офисных документов в адрес сотрудников организации якобы от имени других организаций – представителей отрасли. При открытии вложения активируется исполняемый файл, который обращается к популярному хостингу открытого кода pastebin.com. Оттуда запускается участок кода, который, в свою очередь, отправляет команду о скачивании на атакуемый компьютер картинки с сервиса по обмену изображениями imgur.com. Ситуацию осложняет использование стеганографии: в загруженное изображение встроено вредоносное программное обеспечение (ПО), позволяющее хакерам собрать и отправить на свои серверы полную информацию об объекте атаки. Если полученные данные заинтересуют злоумышленников, дальнейший сценарий управления зараженной системой может включать в себя, например, загрузку вирусов для кражи ценных документов и коммерческого кибершпионажа или для вывода денежных средств (если речь идет о банках). Кроме того, хакеры могут монетизировать свои действия, продавая сами точки присутствия в инфраструктуре организаций.

В феврале 2020 г. компания IBM опубликовала ежегодный индекс угроз IBM X-Force Threat Intelligence Index 2020, который показал, как изменились методы киберпреступников за несколько десятилетий незаконного доступа к корпоративным и персональным записям и использования имеющихся уязвимостей в программном обеспечении. По этой информации 60 % первичных

проникновений в атакуемую инфраструктуру были осуществлены при помощи украденных ранее учетных данных и известных уязвимостей ПО.

В отчете IBM X-Force выделены три основных вектора атак:

фишинг успешно использовался в качестве первоначального метода проникновения менее чем в трети случаев (31 %), в то время как в 2018 г. эта цифра достигала 50 %;

выявление и использование уязвимостей были причиной 30 % взломов по сравнению с 8 % в 2018 г. И даже давно известные уязвимости в Microsoft Office и Windows Server Message Block продолжают успешно и масштабно эксплуатироваться;

использование ранее украденных учетных данных также набирает популярность в качестве точки входа – 29 % случаев. Только в 2019 г. более 8,5 млрд записей было скомпрометировано, что на 200 % больше по сравнению с предыдущим годом. А значит, в руки преступников попало еще больше учетных данных, которыми в дальнейшем можно будет воспользоваться.

В качестве ключевых факторов, способствующих успешности атак в отчете названы:

небрежная конфигурация. Анализ IBM показал, что из отчетов по более чем 8,5 млрд взломанных записей в 2019 г. 7 млрд, т. е. более 85 % были связаны с неправильной настройкой облачных серверов и других некорректно сконфигурированных систем. Это разительная перемена по сравнению с 2018 г., когда соответствующая цифра не превышала 50 % всех взломанных записей;

вирусы-шифровальщики в банковской сфере. Согласно отчету за 2019 г. некоторые из наиболее активных банковских троянов, такие как TrickBot, стали чаще использоваться в качестве плацдарма для проведения масштабных ransomware-атак. Фактически вирусы-шифровальщики и новые коды, которые используют банковские трояны, возглавили рейтинг рассмотренных в отчете вредоносных программ;

фишинг на доверии. Технологические компании, социальные сети и стриминговые сервисы вошли в десятку брендов, за представителей которых чаще всего выдают себя злоумышленники с целью фишинга. Эти изменения могут говорить о том, что люди стали больше доверять технологическим провайдерам, а не розничным сетям и финансовым организациям, как было раньше. В числе наиболее крупных брендов, используемых в мошеннических схемах, значатся Google, YouTube и Apple.

В ходе анализа ИБ главным признаком возможной компрометации эксперты назвали подозрительную активность в сетевом трафике исследуемых компаний (97 %). В 64 % случаев это сокрытие трафика (VPN-туннелирование, подключение к анонимной сети Tor или проксирование), а в каждой третьей организации выявлены следы сканирования внутренней сети, что может свидетельствовать о разведке злоумышленников внутри инфраструктуры. Опасность сокрытия трафика в том, что пока сотрудники подключаются к Tor, под-

нимают прокси-серверы и настраивают VPN для обхода блокировки веб-ресурсов, киберпреступники могут использовать те же технологии для связи с управляющими серверами. С их помощью атакующие могут управлять вредоносным ПО и отправлять полезную нагрузку.

В подавляющем большинстве компаний анализ сетевого трафика выявил активность вредоносного ПО – майнеров (55 % от общей доли зараженных компаний), рекламного (28 %), шпионского ПО (24 %) и др. В 47 % организаций выявлено вредоносное ПО сразу нескольких типов.

По прогнозам специалистов, к 2021 г. глобальный ущерб от кибератак превысит 6 трлн долларов.

В числе ключевых тенденций, сформировавшихся в 2019 г., ряд экспертов отмечают следующие:

обеспечение безопасной разработки. Например, для производителей финансового ПО обязательное прохождение анализа уязвимостей становится конкурентным преимуществом. Многие разработчики банковского программного обеспечения говорят о заключении договоров с ведущими компаниями в сфере ИБ на работы по анализу исходного кода. Следует ожидать, что в ближайшие годы выстраивание доказуемого цикла безопасной разработки станет важным направлением для производителей ПО;

преимущество на стороне злоумышленников. Соотношение сил между киберпреступниками и специалистами, обеспечивающими ИБ, складывается не в пользу последних. Например, между использованием новейших техник взлома и внедрением новейших средств защиты может пройти до трех лет. Если сравнивать скорость использования новых уязвимостей и скорость выпуска исправлений, победа практически всегда на стороне правонарушителей, которые оперативно адаптируют новейшие эксплойты для своих атак;

под ударом госсектор. Государственные учреждения по всему миру находятся под прицелом сложных целенаправленных атак. В 2019 г. была выявлена группировка Calypso, специализирующаяся именно на атаках на госучреждения в разных странах. На руку злоумышленикам играют применение базовых средств защиты, неграмотность сотрудников в вопросах ИБ, а также публичность информации о госзакупках защитного ПО;

преступники объединяют утечки разных лет и продают на теневом рынке оптом. Причем злоумышленникам, распространяющим за деньги такие полные цифровые досье, вовсе не нужно быть хакерами, достаточно просто грамотно переработать информацию об имеющихся в истории той или иной компании утечках. Подобные инциденты сказываются прежде всего на репутации организации, допустившей утечку;

наличие аппаратных уязвимостей диктует необходимость корректировки модели угроз. Среди исследователей стал трендом поиск аппаратных уязвимостей на все более низких уровнях (печатной платы, элементов аппаратной логики). Крупные компании осознают масштаб проблемы, закладывая такие уязвимости в свою модель угроз.

В качестве основных факторов киберустойчивости эксперты называют три ключевых показателя:

скорость обнаружения нарушений безопасности;

скорость восстановления после инцидента;

скорость реагирования на инциденты.

Слабым звеном в защите информации по-прежнему остается человек. Руководителям бизнеса необходимо прививать своим сотрудникам культуру информационной безопасности. Как считают специалисты, на снижение уровня безопасности напрямую влияет нарушение регламентов ИБ. Так, в ИТ-инфраструктуре компаний чувствительные данные часто передаются в открытом виде, что позволяет потенциальному злоумышленнику искать в трафике логины и пароли для перемещения по корпоративным ресурсам. Во многих компаниях используется ПО для удаленного управления, такое как RAdmin, TeamViewer, Ammyy Admin. Проникнув в инфраструктуру, мошенник сможет использовать эти инструменты для перемещения по сети, оставаясь незамеченным средствами защиты.

Зачастую сотрудники используют протокол BitTorrent для передачи данных, например, для скачивания фильмов. Как отмечают специалисты, это не только создает дополнительную нагрузку на канал связи и снижает его пропускную способность, но и повышает риск заражения вредоносным ПО.

Подавляющее большинство угроз (92 %) были выявлены внутри периметра. По мнению экспертов, это свидетельствует о том, что важно не только предотвращать атаки на периметре, но и проводить мониторинг внутренней сети, в том числе анализируя сетевой трафик. Это позволит выявлять злоумышленников на первых этапах развития атаки.

Актуальна проблема обеспеченности организаций квалифицированными кадрами в области информационной безопасности. В случае если в компании нет выделенного подразделения ИБ, стоит рассмотреть возможность делегирования части задач сторонним специалистам.

Кроме того, для полноценной защиты нужно обеспечить безопасность не только своей компании, но и среды, в которой она работает. Необходимо принимать меры по снижению потенциальной опасности, исходящей от партнеров, поставщиков и др., так как по итогам проведенных современных исследований с ними связано около 40 % угроз и нарушений ИБ.

Эксперты указывают на важность следующих практических шагов в направлении совершенствования информационной безопасности организаций:

1. Инвестировать в скорость – расставить приоритеты в применении технологий, направленных на ускорение процессов обнаружения, реагирования и восстановления.

2. Инвестировать в эффективность – больше масштабировать, обучать и сотрудничать.

3. Поддерживать то, что есть, – повышать отдачу от внедренных решений и базовых инструментов защиты.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

В. А. Дмитриев, А. Б. Степанян, Е. П. Максимович

Информационная безопасность – состояние защищенности сбалансированных интересов личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз в информационной сфере (Концепция информационной безопасности Республики Беларусь). Под информационной сферой понимается область деятельности субъектов общественной жизни, связанная с созданием, преобразованием, хранением, распространением и использованием информации.

Информационная безопасность достигается путем применения комплекса правовых, организационных и технических мер, направленных на обеспечение конфиденциальности, целостности, подлинности, доступности и сохранности информации.

Конфиденциальность – требование не допускать распространения и (или) предоставления информации без согласия ее обладателя или иного основания, предусмотренного законодательными актами Республики Беларусь.

Целостность – гарантия того, что в информацию не были внесены изменения и (или) дополнения при хранении или передаче.

Доступность – возможность получения пользователем требуемой информационной услуги за приемлемое время и в соответствии с предоставленными ему правами и полномочиями.

Подлинность – гарантия того, что сторона действительно является владельцем (создателем, отправителем) определенного объекта.

Сохранность – требование сберечь всю информацию или, в крайнем случае, минимизировать ее потери, обеспечив постоянную готовность информации к использованию.

Обеспечение целостности и сохранности информации, содержащейся в государственных ИС, осуществляется путем установления и соблюдения единых требований по защите информации от неправомерного доступа, уничтожения, модификации (изменения) и блокирования правомерного доступа к ней, в том числе при осуществлении доступа к информационным сетям.

С позиций информационной безопасности различают следующие классы информационных систем, от которых зависит выбор мер защиты:

негосударственные ИС, обрабатывающие общедоступную информацию и не имеющие подключений к открытым каналам передачи данных;

государственные ИС, обрабатывающие общедоступную информацию и не имеющие подключений к открытым каналам передачи данных;

негосударственные ИС, обрабатывающие общедоступную информацию и подключенные к открытым каналам передачи данных;

государственные ИС, обрабатывающие общедоступную информацию и подключенные к открытым каналам передачи данных;

ИС, обрабатывающие информацию, распространение и (или) предоставление которой ограничено (информацию, затрагивающую интересы физического лица), и не имеющие подключений к открытым каналам передачи данных;

ИС, обрабатывающие информацию, распространение и (или) предоставление которой ограничено (информацию, затрагивающую безопасность организации, за исключением сведений, составляющих государственные секреты и служебной информации ограниченного распространения), и не имеющие подключений к открытым каналам передачи данных;

ИС, обрабатывающие служебную информацию ограниченного распространения и не имеющие подключений к открытым каналам передачи данных;

ИС, обрабатывающие информацию, распространение и (или) предоставление которой ограничено (информацию, затрагивающую интересы физического лица) и подключенные к открытым каналам передачи данных;

ИС, обрабатывающие информацию, распространение и (или) предоставление которой ограничено (информацию, затрагивающую безопасность организации, за исключением сведений, составляющих государственные секреты и служебной информации ограниченного распространения) и подключенные к открытым каналам передачи данных;

ИС, обрабатывающие служебную информацию ограниченного распространения и подключенные к открытым каналам передачи данных;

ИС, относящиеся к критически важным объектам информатизации (информационные системы данного типа обеспечивают функционирование экологически опасных и (или) социально значимых производств и (или) технологических процессов, нарушение штатного режима которых может привести к чрезвычайной ситуации техногенного характера; выполняют функции, нарушение (прекращение) которых может привести к значительным негативным последствиям для национальной безопасности в политической, экономической, социальной, информационной, экологической, иных сферах; обеспечивают предоставление значительного объема информационных услуг, частичное или полное прекращение оказания которых может привести к значительным негативным последствиям для национальной безопасности в политической, экономической, социальной, информационной, экологической, иных сферах);

ИС, которые обрабатывают информацию, относящуюся к государственным системам (защита соответствующих информационных систем осуществляется согласно Закону Республики Беларусь «О государственных секретах» и возлагается на уполномоченные государственные органы по защите государственных секретов, органы государственной безопасности, Оперативно-аналитический центр при Президенте Республики Беларусь (ОАЦ).

Определение методов и средств защиты, необходимых для обеспечения информационной безопасности конкретной информационной системы, требует:

установления категорий доступа обрабатываемой в ИС информации (информация, распространение и (или) предоставление которой не ограничены (общедоступная информация); информация, распространение и (или) предоставление которой ограничено, не отнесенная к государственным секретам; информация, составляющая государственные секреты);

определения архитектуры ИС, наличия/отсутствия подключения к открытым каналам передачи данных (в том числе к глобальной компьютерной сети Интернет);

выявления уязвимостей безопасности и связанных с ними угроз безопасности;

оценки существующих рисков информационной безопасности на основе оценки вероятности реализации угрозы и потенциального ущерба от ее реализации;

формулировки задач безопасности, решение которых позволит обеспечить требуемую защищенность информационной системы по результатам проведенного анализа;

определения методов и средств защиты, обеспечивающих решение совокупности сформулированных задач безопасности.

К основным программно-техническим механизмам защиты информации относятся:

анализ ИС и компьютерных программ на наличие уязвимостей и недекларированных возможностей;

антивирусные технологии;

идентификация и аутентификация пользователей субъектов доступа и объектов доступа;

межсетевое экранирование и фильтрация информации;

логическое управление доступом пользователей;

средства мониторинга состояния системы с целью выявления аномальных ситуаций, деструктивных воздействий и выработки мер оперативного реагирования;

шифрование и дешифрование информации;

инструменты проверки целостности информации на носителях и др.

управление доступом субъектов доступа к объектам доступа;

регистрация событий безопасности (аудит безопасности);

управление безопасностью, настройка параметров безопасности (администрирование);

защита данных при передаче по внешним каналам связи с применением криптографических средств защиты информации;

резервное копирование данных и программного обеспечения.

Средства идентификации и аутентификации субъектов и объектов доступа обеспечивают присвоение каждому из них уникального признака (идентификатора), сравнение предъявляемого субъектом (объектом) идентификатора

с перечнем присвоенных идентификаторов, а также проверку принадлежности субъекту (объекту) предъявленного им идентификатора (подтверждение подлинности).

Средства управления доступом субъектов доступа к объектам доступа обеспечивают управление правами и привилегиями субъектов доступа, разграничение доступа субъектов к объектам на основе совокупности установленных в ИС правил разграничения доступа, а также обеспечивают контроль соблюдения этих правил. Среди моделей управления доступом в качестве базовых выделяют мандатное, дискреционное и ролевое управление доступом. Мандатное управление доступом основано на сопоставлении меток безопасности субъекта и объекта. Права доступа объектов и субъектов определяются двумя компонентами: уровнем секретности объектов и субъектов и множеством категорий (список имен тематических областей, к которым принадлежит объект). Дискреционное управление доступом определяется двумя основными свойствами: все субъекты и объекты идентифицированы и права доступа субъектов к объектам определяются на основании принятых в системе правил. Ролевая модель основана на присвоении пользователям ролей, представляющих собой множество разрешенных функций. Целью использования ролевой модели доступа является предоставление пользователю прав доступа только к объектам необходимым для исполнения данной роли. Для определения допустимости операции управляемого субъекта на управляемом объекте в ходе функционирования ИС осуществляются следующие действия: проверяется подлинность идентификационных данных субъекта (пользователя) на основе прохождения аутентификации; проверяется правомочность доступа субъекта к объекту; определяются операции над объектом, разрешенные для субъекта; инициируется выполнение операции субъекта над объектом, если данная операция для субъекта разрешена, в противном случае операция отклоняется с выдачей субъекту предупреждающего сообщения (кода).

Средства регистрации событий безопасности (аудита безопасности) обеспечивают сбор, запись, хранение и защиту информации о событиях безопасности в информационной системе, а также возможность просмотра и анализа информации о таких событиях и реагирование на них.

Средства управления информационной безопасностью включают управление атрибутами безопасности, данными и отдельными функциями безопасности, выбор функций, правил и условий, влияющих на режим выполнения функций безопасности, определение ролей безопасности и их взаимодействие (например, определение предупреждающих сообщений, значений атрибутов безопасности, распределение обязанностей между ролями и др.).

Средства антивирусной защиты обеспечивают:

проверку программного обеспечения и информации, вводимой с внешних носителей, обрабатываемой, хранимой, передаваемой по каналам связи, на отсутствие вредоносного программного кода (вируса) либо иной компьютерной

информации, предназначенных для несанкционированного уничтожения, блокирования, модификации, копирования компьютерной информации или нейтрализации средств защиты информации и средств реагирования на обнаружение этих программ и информации;

обеспечение ответной реакции на обнаружение вредоносных программ и информации (очистки (автоматической, разрешенной пользователем) программного обеспечения и информации от вредоносного кода и последствий его воздействия).

Средства межсетевого экранирования обеспечивают контроль и фильтрацию проходящего через средства межсетевого экранирования сетевого трафика в соответствии с заданными правилами. Межсетевой экран должен осуществлять управление информационными потоками, включающее фильтрацию информационных потоков в соответствии с правилами управления потоками, установленными уполномоченным администратором; разрешение передачи информации в ИС только по маршруту, установленному уполномоченным администратором; изменение (перенаправление) маршрута передачи информации в случаях, установленных уполномоченным администратором; запись во временное хранилище информации для анализа и принятия решения о возможности ее дальнейшей передачи в случаях, установленных уполномоченным администратором.

Средства криптографической защиты информации (СКЗИ) направлены на обеспечение конфиденциальности и целостности передаваемых данных, аутентификации взаимодействующих сторон. СКЗИ должны выполнять криптографические операции в соответствии с заданными криптографическими алгоритмами и криптографическими ключами в соответствии с установленными стандартами Республики Беларусь. Основные криптографические операции включают: шифрование (зашифрование/расшифрование) данных; имитозащиту данных; парольную защиту ключа; хеширование блоков данных и электронных документов; проверки электронных цифровых подписей блоков данных и электронных документов; формирование общего ключа; выработку псевдослучайных данных; формирование сертификатов открытых ключей проверки подписи и списков отозванных сертификатов. СКЗИ подлежат сертификации в Национальной системе подтверждения соответствия Республики Беларусь или государственной экспертизе.

Резервное копирование баз данных, системных данных и программного обеспечения осуществляется с периодичностью, обеспечивающей возможность их восстановления и поддержку работоспособности информационной системы в случае фатального разрушения.

Основные направления организационной защиты информации:

общая организация и координация управления информационной безопасностью со стороны руководства организации – владельца информационной системы (принятие и сопровождение политики информационной безопасности

организации, контроль за ее выполнением, распределение обязанностей и координация действий по обеспечению информационной безопасности);

ограничение программной среды (обеспечение установки и (или) запуска только разрешенного к использованию в ИС программного обеспечения, исключение возможности установки и (или) запуска запрещенного к использованию программного обеспечения);

организация работы с персоналом;

обеспечение физической защиты активов информационной системы;

организация работ по предупреждению и оперативному устранению инцидентов безопасности и сбоев в работе информационной системы;

организация работы с носителями информации;

регламентация и контроль использования мобильных технических средств;

организация работы с документами и документированной информацией, разработка организационно-распорядительных документов по защите информации обрабатываемой в ИС.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «Об информации, информатизации и защите информации» для создания системы защиты информации используются средства защиты информации, имеющие сертификат соответствия, выданный в Национальной системе подтверждения соответствия Республики Беларусь, или положительное экспертное заключение по результатам государственной экспертизы, порядок проведения которой определяется Советом Министров Республики Беларусь (ст. 28).

В качестве органа по сертификации средств защиты информации и продукции по требованиям безопасности информации аккредитован ОАЦ.

Совокупность технических и организационных мер защиты, используемых для защиты информации в информационной системе, образует систему защиты информации ИС.

Комплекс мероприятий по технической защите информации, подлежащей обработке в ИС, включает:

проектирование системы защиты информации;

создание системы защиты информации;

аттестацию системы защиты информации в соответствии с Положением о порядке аттестации систем защиты информации ИС, предназначенных для обработки информации, распространение и (или) предоставление которой ограничено, не отнесенной к государственным секретам, утвержденным приказом № 66 ОАЦ;

обеспечение функционирования системы защиты информации в процессе эксплуатации ИС;

обеспечение защиты информации в случае прекращения эксплуатации ИС.

ПРИЛОЖЕНИЕ

**Перечень терминов,
характеризующих сферы информатики, информатизации
и цифровой трансформации**

Термин	Определение
1. Закон Республики Беларусь «Об информации, информатизации и защите информации» № 455-з от 10.08.2008 г.	
База данных	Совокупность структурированной и взаимосвязанной информации, организованной по определенным правилам на материальных носителях
Банк данных	Организационно-техническая система, включающая одну или несколько баз данных и систему управления ими
Владелец программно-технических средств, информационных ресурсов, информационных систем и информационных сетей	Субъект информационных отношений, реализующий права владения, пользования и распоряжения программно-техническими средствами, информационными ресурсами, информационными системами и информационными сетями в пределах и порядке, определенных их собственником в соответствии с законодательством Республики Беларусь
Государственная информационная система	Информационная система, создаваемая и (или) приобретаемая за счет средств республиканского или местных бюджетов, государственных внебюджетных фондов, а также средств государственных юридических лиц
Государственный информационный ресурс	Информационный ресурс, формируемый или приобретаемый за счет средств республиканского или местных бюджетов, государственных внебюджетных фондов, а также средств государственных юридических лиц
Документированная информация	Информация, зафиксированная на материальном носителе с реквизитами, позволяющими ее идентифицировать
Доступ к информации	Возможность получения информации и пользования ею
Доступ к информационной системе и (или) информационной сети	Возможность использования информационной системы и (или) информационной сети
Защита информации	Комплекс правовых, организационных и технических мер, направленных на обеспечение конфиденциальности, целостности, подлинности, доступности и сохранности информации
Информатизация	Организационный, социально-экономический и научно-технический процесс, обеспечивающий условия для формирования и использования информационных ресурсов и реализации информационных отношений
Информация	Сведения о лицах, предметах, фактах, событиях, явлениях и процессах независимо от формы их представления
Информационная сеть	Совокупность информационных систем либо комплексов программно-технических средств информационной системы, взаимодействующих посредством сетей электросвязи
Информационная система	Совокупность банков данных, информационных технологий и комплекса (комплексов) программно-технических средств

Термин	Определение
Информационная технология	Совокупность процессов, методов осуществления поиска, получения, передачи, сбора, обработки, накопления, хранения, распространения и (или) предоставления информации, а также пользования информацией и защиты информации
Информационная услуга	Деятельность по осуществлению поиска, получения, передачи, сбора, обработки, накопления, хранения, распространения и (или) предоставления информации, а также защиты информации
Информационные отношения	Отношения, возникающие при поиске, получении, передаче, сборе, обработке, накоплении, хранении, распространении и (или) предоставлении информации, пользовании информацией, защите информации, а также при применении информационных технологий
Информационный посредник	Субъект информационных отношений, предоставляющий информационные услуги обладателям и (или) пользователям информации
Информационный ресурс	Организованная совокупность документированной информации, включающая базы данных, другие совокупности взаимосвязанной информации в информационных системах
Комплекс программно-технических средств	Совокупность программных и технических средств, обеспечивающих осуществление информационных отношений с помощью информационных технологий
Конфиденциальность информации	Требование не допускать распространения и (или) предоставления информации без согласия ее обладателя или иного основания, предусмотренного законодательными актами Республики Беларусь
Обладатель информации	Субъект информационных отношений, получивший права обладателя информации по основаниям, установленным актами законодательства Республики Беларусь, или по договору
Оператор информационной системы	Субъект информационных отношений, осуществляющий эксплуатацию информационной системы и (или) оказывающий посредством ее информационные услуги
Персональные данные	Основные и дополнительные персональные данные физического лица, подлежащие в соответствии с законодательными актами Республики Беларусь внесению в регистр населения, а также иные данные, позволяющие идентифицировать такое лицо
Пользователь информации	Субъект информационных отношений, получающий, распространяющий и (или) предоставляющий информацию, реализующий право на пользование ею
Пользователь информационной системы и (или) информационной сети	Субъект информационных отношений, получивший доступ к информационной системе и (или) информационной сети и пользующийся ими
Предоставление информации	Действия, направленные на ознакомление с информацией определенного круга лиц
Распространение информации	Действия, направленные на ознакомление с информацией неопределенного круга лиц

Термин	Определение
Собственник программно-технических средств, информационных ресурсов, информационных систем и информационных сетей	Субъект информационных отношений, реализующий права владения, пользования и распоряжения программно-техническими средствами, информационными ресурсами, информационными системами и информационными сетями
2. Договор о Евразийском экономическом союзе. Приложение № 3 «Протокол об информационно-коммуникационных технологиях и информационном взаимодействии в рамках Евразийского экономического союза»	
Доверенная третья сторона	Организация, наделенная в соответствии с законодательством государств-членов правом осуществлять деятельность по проверке электронной цифровой подписи (электронной подписи) в электронных документах в фиксированный момент времени в отношении лица, подписавшего электронный документ
Интегрированная информационная система Союза	Организационная совокупность территориально распределенных государственных информационных ресурсов и информационных систем уполномоченных органов, информационных ресурсов и информационных систем Комиссии, объединенных национальными сегментами государств-членов и интеграционным сегментом Комиссии
Информационно-коммуникационные технологии	Совокупность методов и средств реализации информационных технологий и телекоммуникационных процессов
Информационные технологии	Процессы, методы поиска, сбора, накопления, систематизации, хранения, уточнения, обработки, предоставления, распространения и удаления (уничтожения) информации, а также способы осуществления таких процессов и методов
Национальный сегмент государства-члена	Информационные системы, обеспечивающие информационное взаимодействие информационных систем уполномоченных органов и информационных систем Комиссии в рамках интегрированной информационной системы Союза
Общая инфраструктура документирования информации в электронном виде	Совокупность информационно-технологических и организационно-правовых мероприятий, правил и решений, реализуемых в целях придания юридической силы электронным документам, используемым в рамках Союза
Общий информационный ресурс	Информационный ресурс Комиссии, формируемый путем централизованного ведения либо на основе информационного взаимодействия государств-членов
Субъекты электронного взаимодействия	Государственные органы, физические или юридические лица, взаимодействующие в рамках отношений, возникающих в процессе составления, отправления, передачи, получения, хранения и использования электронных документов, а также информации в электронном виде
Трансграничное пространство доверия	Совокупность правовых, организационных и технических условий, согласованных государствами-членами с целью обеспечения доверия при межгосударственном обмене данными и электронными документами между уполномоченными органами

Термин	Определение
Учетная система	Информационная система, которая содержит информацию из правоустанавливающих документов субъектов электронного взаимодействия и с использованием которой составляются или выдаются юридически значимые электронные документы
Электронная форма взаимодействия	Способ информационного взаимодействия, основанный на применении информационно-коммуникационных технологий
Электронный вид документа	Информация, сведения, данные, представленные в виде, пригодном для восприятия человеком с использованием электронных вычислительных машин, а также для передачи и обработки с использованием информационно-коммуникационных технологий с соблюдением установленных требований к формату и структуре
Электронный документ	Документ в электронном виде, заверенный электронной цифровой подписью (электронной подписью) и отвечающий требованиям общей инфраструктуры документирования информации в электронном виде
3. Глоссарий цифровой повестки Евразийского экономического союза	
Виртуальный резидент	1. Цифровой субъект. 2. Субъект, регулярно действующий в одном из виртуальных миров. 3. Субъект, зарегистрированный в специально созданной цифровой среде и осуществляющий в этой среде налогооблагаемую деятельность
Интеллектуальная мобильность	1. Свойство цифрового пространства обеспечивать приложение интеллектуальных усилий в различных точках физического пространства. 2. Свойство субъекта осуществлять интеллектуальную деятельность в ходе перемещения. 3. Свойство цифровой инфраструктуры обеспечивать непрерывные интеллектуальные сервисы заданного качества при перемещении объекта или субъекта
Интегрированная информационная система Союза	Организационная совокупность территориально распределенных государственных информационных ресурсов и информационных систем уполномоченных органов, информационных ресурсов и информационных систем Комиссии, объединенных национальными сегментами государств-членов
Функциональная архитектура	1. Обобщенная модель совокупности процессов, их связей и отношений в рамках сферы деятельности или функции. 2. Целостная модель функции, спроектированной под оптимальную реализацию при соблюдении единых правил описания процессов в рамках функций. 3. Способ описания организации системы с точки зрения функций, выполняемых элементами системы и системой в целом, взаимоотношений элементов системы между собой, системой и с внешней средой, а также правил, описывающих реализацию и развитие системы

Термин	Определение
Цифровая инфраструктура	1. Комплекс инфраструктур, обеспечивающих протекание процессов между ними на основе цифровых технологий. 2. Комплекс технологий и построенных на их основе цифровых продуктов, обеспечивающих вычислительные, телекоммуникационные и сетевые мощности и работающих на цифровой основе
Цифровая платформа	1. Модель деятельности (в том числе бизнес-деятельности) заинтересованных лиц на общей платформе для функционирования на цифровых рынках. 2. Площадка, поддерживающая комплекс автоматизированных процессов и модельное потребление цифровых продуктов (услуг) значительным количеством потребителей. 3. Информационная система, ставшая одним из лидирующих решений в своей технологической нише (транзакционной, интеграционной и т. п.)
Цифровая платформа ЕАЭС	Цифровая платформа, реализующая доступ заинтересованных лиц к цифровым активам ЕАЭС, государственным и сертифицированным частным цифровым услугам в рамках цифрового пространства ЕАЭС, обеспечивающая функционирование отраслевых цифровых платформ, интеграцию с цифровыми платформами других стран и интеграционных образований, построенная на основе единой архитектуры (модели) ЕАЭС
Цифровая трансформация экономики	1. Смена экономического уклада, изменение традиционных рынков, социальных отношений, государственного управления, связанная с проникновением в них цифровых технологий. 2. Принципиальное изменение основного источника добавленной стоимости и структуры экономики за счет формирования более эффективных экономических процессов, обеспеченных цифровыми инфраструктурами. 3. Переход функции лидирующего механизма развития экономики к институтам, основанным на цифровых моделях и процессах
Цифровая экономика	Экономическая деятельность, основанная на цифровых процессах, моделях, технологиях, цифровых товарах (сервисах), в том числе производимых электронным бизнесом
Цифровой продукт (услуга)	1. Продукт (услуга), производимый и (или) предоставляемый в цифровом пространстве. 2. Одно из свойств продукта (услуги), возникающее при осуществлении цифровых процессов с образом продукта (услуги). 3. Ценная информация или доступ к электронному сервису, за который покупатели согласны платить деньги
Цифровой образ	Совокупность характеристик субъекта или объекта реального мира, сущности в цифровой форме, однозначно характеризующая субъект или объект и его состояние

Термин	Определение
Цифровое пространство Евразийского экономического союза	1. Систематизированный, индексированный контент (цифровые фотографии, анимация, виде, музыка и пр.), доступный для применения. 2. Инкапсулированная в сети (Интернет или др.) функциональность. 3. Специфическая форма собственности и ресурсов, инвестиции в которые повышают капитализацию физического актива и обеспечивают рост денежного потока. 4. Совокупность информации в цифровой форме (совокупность цифровых продуктов) о физическом или виртуальном объекте, процессе, субъекте деятельности, физическом лице, которая представляет ценность и может быть использована для извлечения добавленной стоимости. 5. Комплекс цифровых продуктов и инфраструктур, процесс использования и изменения которых приводит к формированию добавленной стоимости и новой ценности, в том числе выраженной в денежной форме
Цифровой рынок	1. Совокупность экономических отношений, базирующихся на регулярных обменных операциях в электронном виде между производителями товаров (услуг) и потребителями. 2. Совокупность экономических отношений, базирующихся на регулярных обменных операциях между производителями товаров (услуг), производимых в электронном виде, и потребителями. 3. Рынок данных и неструктурированной информации, создаваемый в цифровом пространстве
4. Информатизация. Государственный стандарт Республики Беларусь СТБ 1693-2009	
Информационная продукция	Материализованный результат информационных процессов, предназначенный для обеспечения информационных потребностей органов государственной власти, юридических и физических лиц
Информационное общество	Общество, в котором информационные процессы осуществляются на основе использования ИКТ, а информационные ресурсы доступны членам общества и направлены на удовлетворение их потребностей в информационных услугах и информационной продукции
Информационное пространство	Совокупность информационных ресурсов, информационных систем и коммуникационной среды
Электронная готовность	Состояние информационного потенциала, определяющее готовность общества к использованию ИКТ, внедрению электронных приложений
Информационный потенциал	Совокупность средств, методов и условий, позволяющих использовать информационные ресурсы
Информационно-коммуникационная инфраструктура	Совокупность сетей электросвязи и информационных сетей, оконечных устройств, информационных ресурсов, которые могут быть использованы для получения доступа к любой информации и организации связи между пользователями в любое время и в любом месте, по доступной цене

Термин	Определение
Информационная инфраструктура	Совокупность информационных систем и организационных структур, обеспечивающих функционирование и развитие информационного пространства страны и средств информационного взаимодействия
Информационное взаимодействие	Процесс взаимодействия двух и более пользователей, целью и основным содержанием которого является изменение имеющейся информации хотя бы у одного из них
Информационное обслуживание	Процесс оказания информационных услуг безвозмездно или на компенсационной основе
Рынок информационных технологий	Система экономических, правовых и организационных отношений в области обмена информационными технологиями и информационной продукцией и оказания информационных услуг
Информационное неравенство	Неравенство, возникающее между различными группами населения из-за различных условий и возможностей для граждан в получении доступа к информационно-коммуникационной инфраструктуре
Сеть Интернет; Интернет	Совокупность взаимосвязанных международных сетей передачи данных, основанных на использовании стека протоколов TCP/IP и использующих единое адресное пространство
Интернет-сообщество	Устойчивая система связей и отношений, сложившихся между пользователями сети Интернет
Интернет-экономика	Направление электронной экономики, подразумевающее под собой ведение предпринимательской деятельности в сети Интернет
Интернет-услуги	Услуги, оказываемые пользователям посредством сети Интернет
Интернет-коммерция	Электронная коммерческая деятельность, ограниченная использованием только сети Интернет
Интернет-магазин	Веб-сайт, используемый юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем для осуществления прямых продаж товаров, включая организацию процесса оплаты и доставки приобретенного товара потребителю
Интернет-витрина	Веб-сайт, используемый для предоставления пользователям возможности поиска и просмотра информации о товарах, услугах и ценах с интерактивным меню для оформления заказа
Стек протоколов	Разделенный на уровни набор протоколов, которые работают совместно, реализуя единую архитектуру
Веб-сайт	Совокупность веб-страниц, физически находящихся на одном веб-сервере и объединенных одним именем, общей тематикой и системой навигации.
Веб-страница	Форма представления информации, созданная с использованием языка разметки гипертекста, имеющая уникальный веб-адрес и доступная для просмотра с помощью специальных программных средств
Веб-адрес	Набор символов, позволяющий идентифицировать информационный ресурс средствами стека протоколов TCP/IP

Термин	Определение
Гипертекст	Текст, сформированный с использованием языка разметки и содержащий ссылки на другие ресурсы
Веб-портал	Веб-сайт, содержащий разнообразную по тематикам и объему информацию. Примечание: частным случаем размещения веб-портала в сети Интернет является интернет-портал
Веб-сервер	Программное средство, обеспечивающее предоставление веб-страниц посредством обслуживания запросов на основе протокола TCP
Электронное приложение	Использование потенциала информационно-коммуникационных технологий в различных областях деятельности для решения прикладных задач. Примечание: в качестве примеров электронного приложения можно привести электронное правительство, электронное здравоохранение, электронное образование, электронную торговлю и др.
Электронная экономика	Экономика, в которой производственные отношения строятся на основе использования информационно- коммуникационных технологий и всестороннего использования сети Интернет
Электронная предпринимательская деятельность	Предпринимательская деятельность, основанная на использовании информационных систем, информационных сетей, информационных ресурсов, информационно-коммуникационных технологий с целью получения прибыли
Электронная торговля	Оптовая, розничная торговля, характеризующаяся заказом, покупкой, продажей товаров с использованием информационных систем и информационных сетей
Электронное правительство	Государственное управление, основанное на использовании информационно-коммуникационных технологий на всех уровнях, от межведомственного взаимодействия до взаимодействия государственных органов с физическими и юридическими лицами
Электронный документооборот	Обмен документами между субъектами в стандартизованной электронной форме с использованием программных и технических средств, необходимых для создания, обмена, обработки, хранения и представления в удобном для пользователя виде электронных документов
Электронный документ	Информация, зафиксированная на машинном носителе, которая: создается, обрабатывается, передается и хранится с помощью программных и технических средств; содержит реквизиты, позволяющие ее идентифицировать, и имеет структуру, установленную законодательством; представлена в форме, понятной для восприятия человеком
Электронная цифровая подпись	Набор символов, вырабатываемый средствами электронной цифровой подписи и являющийся неотъемлемой частью электронного документа
Средства электронной цифровой подписи	Программные и технические средства, обеспечивающие выработку и проверку электронной цифровой подписи и имеющие сертификат соответствия или удостоверение о признании сертификата, выданного в Национальной системе подтверждения соответствия Республики Беларусь

Термин	Определение
Электронное сельское хозяйство	Использование возможностей информационно-коммуникационных технологий в отрасли сельского хозяйства в целях повышения эффективности сельскохозяйственного производства, развития инфраструктуры сельских населенных пунктов и предоставления доступа к знаниям и информации в области сельского хозяйства
Электронная научная деятельность	Внедрение и использование информационно-коммуникационных технологий в научных исследованиях, разработках и обмене технологиями
Электронное здравоохранение	Система государственных, общественных и медицинских мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья людей, профилактику и лечение заболеваний с использованием информационно-коммуникационных технологий
Телемедицина	Дистанционный метод предоставления услуг по медицинскому обслуживанию представителями всех медицинских специальностей с использованием информационно-коммуникационных технологий после получения информации, необходимой для диагностики, лечения и профилактики заболевания
Электронная занятость	Организация труда и занятости населения, в том числе и лиц с ограниченными возможностями, с использованием информационно-коммуникационных технологий в рамках как отдельных предприятий, так и общества в целом
Телеработа; дистанционная работа	Способ организации производственной деятельности, основанный на использовании современных информационно-коммуникационных технологий, позволяющих осуществлять рабочий процесс на расстоянии, без непосредственного контакта между участниками процесса
Электронная охрана окружающей среды	Использование информационно-коммуникационных технологий для обеспечения управления экологической информацией для определения стратегии природопользования и принятия определенных управленческих решений
Электронная культура	Совокупность культурных ценностей, ориентированных на удовлетворение духовных потребностей людей и полученных (преобразованных) в результате деятельности человека, основанной на использовании информационно-коммуникационных технологий, или тесно связанных с такой деятельностью
Электронные развлечения	Вид предпринимательской деятельности, включающий в себя предоставление, стимулирование и мотивацию распространения культурных и развлекательных мероприятий в информационных сетях
Электронные средства массовой информации	Средства массовой информации, размещаемые в информационных сетях, в том числе в сети Интернет, с периодическим обновлением их содержания не реже одного раза в год
Электронное образование	Процесс обучения и воспитания в интересах человека, общества, государства, направленный на сохранение, приумножение и передачу знаний новым поколениям; на удовлетворение потребностей личности в интеллектуальном, культурном, нравственном, физическом развитии; на подготовку квалифицированных кадров для отраслей экономики на основе использования современных информационно-коммуникационных технологий

Термин	Определение
Дистанционное образование	Процесс приобретения знаний и навыков без непосредственного контакта между преподавателем и учащимся с помощью образовательной среды, основанной на использовании информационно-коммуникационных технологий, обеспечивающих обмен учебной информацией на расстоянии и реализующих систему сопровождения и администрирования учебного процесса
5. Информационные технологии. Межгосударственный стандарт ГОСТ 33707/2016 (ISO/IEC 2382:2015)	
Автоматизация	Внедрение автоматических средств для реализации процессов; система мероприятий, направленных на повышение производительности труда человека посредством замены части этого труда работой машин. Базируется на использовании современных средств вычислительной техники и научных методов
Автоматизация делопроизводства	Интеграция работы учреждения с помощью системы обработки информации с целью повышения ее эффективности
Автоматизация производства	Применение ЭВМ в управлении производственными процессами
Агрегирование	Процесс или результат объединения конструкций языка моделирования и других компонентов модели в единое целое
Администратор базы данных	Специальное должностное лицо (группа лиц), имеющее полное представление о базе данных и отвечающее за ее ведение, использование и развитие. Входит в состав администрации банка данных
Алгоритм	Конечное упорядоченное множество точно определенных правил для решения конкретной задачи
Алгоритмический язык	Искусственный язык, предназначенный для выражения алгоритмов
Аудит безопасности (информации)	Совокупность действий по независимой проверке и изучению документации автоматизированной информационной системы, а также по испытаниям средств защиты информации, направленная на обеспечение выполнения установленной политики безопасности информации и правил эксплуатации автоматизированной информационной системы, на выявление уязвимостей автоматизированной информационной системы и на выработку рекомендаций по устранению выявленных недостатков в средствах защиты информации, политике безопасности информации и правилах эксплуатации автоматизированной информационной системы
Бит	Двоичная цифра. Сигнал или часть информации только с двумя допустимыми значениями: 0 и 1
Байт	Строка, состоящая из нескольких битов, обрабатываемая как единое целое и обычно представляющая знак или часть знака
Библиотека программного обеспечения	Систематизированная коллекция программного обеспечения и связанной с ним документации, созданная для того, чтобы облегчить разработку программного обеспечения, его использование и обслуживание

Термин	Определение
Верификация	Процесс, при котором происходит сравнение представленного пользователем образца с шаблоном, зарегистрированным в базе данных, при этом признаки передаваемого пользователем образца сравниваются с зарегистрированным шаблоном, и по результатам сравнения возвращается положительное решение о запрошенной идентичности
Визуализация	Процесс использования отображений информации об изделии и информации о представлении для создания отображения
Виртуальная память	Пространство памяти, которое может считаться как основная память, заадресованная потребителем вычислительной системы, в которой виртуальные адреса преобразованы в действительные адреса
Глобальная вычислительная сеть	Вычислительная сеть, охватывающая достаточно большую территорию. Под достаточно большой территорией понимают регион, страну или несколько стран
Защита данных	Техническая и социальная система мероприятий по согласованию, управлению и обеспечению неприкосновенности, конфиденциальности и защиты информации
Знания (в искусственном интеллекте)	Совокупность фактов, событий, убеждений, а также правил, организованных для систематического применения
Искусственный интеллект	Способность функционального блока выполнять функции, обычно ассоциирующиеся с интеллектом человека, такие как, например, рассуждения и обучение
Компьютерное зрение	Способность функционального блока принимать, обрабатывать и интерпретировать визуальные данные. Допустимый синоним: искусственное зрение
Компьютеризация	Автоматизация каких-либо процессов в любой области деятельности человека за счет применения вычислительных машин
Компьютерная система	Совокупность аппаратных средств, управляемых программным обеспечением (операционной системой) как единый модуль. Компьютерная система может также предоставлять общие услуги, такие как управление доступом, взаимодействие процессоров и графический интерфейс пользователя
Контент	Содержание, мультимедийный продукт (например, телевизионная программа)
Конфиденциальность	Свойство, позволяющее не давать права на доступ к информации или не раскрывать ее неполномочным лицам, логическим объектам или процессам
Криптография	Математический аппарат, используемый для шифрования или аутентификации информации
Логическое программирование	Метод структурирования программ, использующий их представление в виде выборов логических правил с заранее определенными алгоритмами обработки входных данных программ в соответствии с правилами для этой программы

Термин	Определение
Модем	Происходит от модуляция-демодуляция. Устройство, преобразующее цифровые сигналы в аналоговую форму и обратно для передачи их по линиям связи аналогичного типа, например, по телефону. Служит для подключения компьютера к последовательной линии (обычно к телефонной или аналогичной). Пользователи используют модемы, поддерживающие более высокие скорости и другие среды передачи. Они используются для особых целей, например, для подключения ЛВС к сетевому провайдеру по выделенной линии. Модемы выпускаются в виде как плат, так и отдельных устройств
Нейронная сеть	Сеть простых элементов обработки, соединенных взвешенными связями с регулируемыми весовыми коэффициентами, в которой каждый элемент вырабатывает некоторое значение путем применения нелинейной функции к входным значениям и передает это значение другим элементам или представляет его как выход. Допустимый синоним: нейронная цепь соединений
Обработка данных	Операции, связанные с хранением, поиском, сортировкой, переформатированием и воспроизведением текстовых или табличных данных
Операционная система	Совокупность системных программ, предназначенная для обеспечения определенного уровня эффективности системы обработки информации за счет автоматизированного управления ее работой и представляемого пользователю определенного набора услуг
Прикладная программа	Ресурс, облегчающий выполнение пользователем определенной специализированной задачи
Программирование	Деятельность по разработке, написанию, модификации и отладке программ
Программное обеспечение	Программы, процедуры, правила и любая соответствующая документация, относящиеся к работе вычислительной системы
Процессор	Функциональная часть вычислительной машины или системы обработки информации, предназначенная для интерпретации программ
Семантическая сеть	Представление знаний, основанное на понятиях, в котором объекты или состояния представляются узлами, соединенными дугами, которые показывают отношения между узлами
Сетевая архитектура	Логическая структура и принципы функционирования вычислительной сети
Система обработки информации	Совокупность технических средств и программного обеспечения, а также методов обработки информации и действий персонала, обеспечивающая выполнение автоматизированной обработки информации
Система программирования	Система, образуемая языком программирования, компиляторами или интерпретаторами программ, представленных на этом языке, соответствующей документацией, а также вспомогательными средствами для подготовки программ к форме, пригодной для выполнения

Термин	Определение
Система управления базами данных (СУБД, DBSM)	Совокупность программных и лингвистических средств общего или специального назначения, обеспечивающих управление созданием и использованием баз данных
Слот (в искусственном интеллекте)	Компонента фрейма, используемая для хранения свойств, таких как имена объектов, конкретные атрибуты, называемые фасетами, значения и указатели других фреймов
Средство идентификации	Контролируемое пользователем устройство (например диск, смарт-карта, компьютерный файл), содержащее информацию, которая может использоваться в электронной торговле для аутентификации или управления доступом
Стек	Структура данных, в которой можно добавлять и удалять элементы данных; при этом доступен только последний добавленный элемент, и программа может получить его значение или удалить его со стека
Суперкомпьютер	ЭВМ, относящаяся к классу вычислительных машин, имеющих самую высокую производительность, которая может быть достигнута на данном этапе развития технологии и в основном предназначенная для решения сложных научно-технических задач
Теория информации	Математическая дисциплина, изучающая количественные свойства информации
Управление данными	Деятельность, направленная на определение, создание, хранение, поддержку данных, а также на обеспечение доступа к данным и процессам манипулирования в одной или более информационной системе
Файл	Поименованная совокупность записей, рассматриваемая как единое целое
Фрейм (в искусственном интеллекте)	Ориентированное на данные представление знаний, связывающее объекты с совокупностью свойств, каждое из которых хранится в виде выделенной компоненты, называемой слотом
Хеширование	Способ организации структур данных (хеш-таблиц), обеспечивающий эффективный поиск и пополнение
Штриховой код	Особого рода кодирование, обеспечивающая представление необходимых к использованию символов с применением набора параллельных штриховых полос, обладающих различной шириной и отделенных друг от друга. Считывание образованной кодировки используемых символов реализуется посредством использования оптических устройств, работающих в режиме оптического сканирования
Экспертная система	Система, основанная на знаниях, которая обеспечивает решение задач в конкретной области знаний или в сфере приложений путем логических выводов, извлекаемых из базы знаний, разработанной на основании человеческого опыта
Электронная почта (e-mail)	Корреспонденция в виде сообщений, передаваемая между терминалами пользователей через компьютерную сеть

Термин	Определение
Электронная цифровая подпись	Присоединенные данные или криптографическое преобразование строковых данных, которые доказывают подлинность и целостность строковых данных и защиту от подделок, например, получателем строковых данных
Язык программирования	Искусственный язык для изложения текстов программ
6. Закон Республики Беларусь от 09.11. 2009 г. № 59-З «О ратификации Соглашения о сотрудничестве в создании государственных информационных систем паспортно-визовых документов нового поколения и дальнейшем их развитии и использовании в государствах – участниках СНГ»; Закон Республики Беларусь от 28.12. 2009 г. № 113-З «Об электронном документе и электронной цифровой подписи»; Указ Президента Республики Беларусь от 30.09.2010 г. № 515 «О некоторых мерах по развитию сети передачи данных в Республике Беларусь»	
Паспортно-визовые документы нового поколения	Документы, удостоверяющие личность гражданина за пределами территории государства, содержащие биометрические данные владельца документа, по которым гражданин осуществляет выезд из своего государства и въезд на территорию своего государства
Биометрические данные	Сведения, которые характеризуют физиологические особенности человека и на основе которых можно установить его личность (цифровая фотография, отпечатки пальцев, изображение радужной оболочки глаз и другие биометрические персональные данные), которые могут обрабатываться только при наличии согласия в письменной форме субъекта персональных данных в соответствии с законодательством государств – участников настоящего Соглашения (СНГ)
Электронная цифровая подпись	Электронные данные, полученные в результате преобразования исходных электронных данных с использованием закрытого ключа подписи, которые с помощью соответствующей процедуры при использовании открытого ключа подписи позволяют: подтвердить неизменность исходных данных после подписания их электронной цифровой подписью; установить, что электронная цифровая подпись создана с использованием закрытого ключа, соответствующего открытому; установить владельца регистрационного свидетельства на открытый ключ электронной цифровой подписи при наличии такого свидетельства
Оператор информационной системы	Физическое или юридическое лицо, осуществляющее деятельность по эксплуатации информационной системы, в том числе по обработке информации, содержащейся в ее базах данных
Трансграничная передача персональных данных	Передача персональных данных оператором информационной системы через государственные границы одного из государств – участников настоящего Соглашения (СНГ) органу государственной власти, физическому или юридическому лицу другого государства – участника настоящего Соглашения (СНГ)
Общедоступные персональные данные	Персональные данные, доступ к которым предоставлен с согласия субъекта персональных данных неограниченному кругу лиц или на которые в соответствии с национальным законодательством государств – участников настоящего Соглашения (СНГ) не распространяется требование соблюдения конфиденциальности

Термин	Определение
Персональные данные	Любая информация, относящаяся к определенному или определяемому на основании такой информации физическому лицу (субъекту персональных данных), в том числе его фамилия, имя, отчество, год, месяц, дата и место рождения, адрес, семейное положение, образование, профессия, доходы, другая информация
Атрибутный сертификат	Электронный документ, изданный поставщиком услуг и содержащий информацию о полномочиях физического лица, в том числе индивидуального предпринимателя (далее, если не предусмотрено иное, – физическое лицо), являющегося владельцем личного ключа электронной цифровой подписи (далее – личный ключ), на подписание определенных видов электронных документов, а также об иных полномочиях, предоставленных ему от имени организации или другого физического лица
Личный ключ	Последовательность символов, принадлежащая определенным организации или физическому лицу и используемая при выработке электронной цифровой подписи
Открытый ключ	Последовательность символов, соответствующая определенному личному ключу, доступная для всех заинтересованных организаций или физических лиц и применяемая при проверке электронной цифровой подписи
Отзыв открытого ключа проверки электронной цифровой подписи	Процедура, заключающаяся в досрочном прекращении действия открытого ключа, атрибутного сертификата
Подлинность электронного документа	Свойство электронного документа, определяющее, что электронный документ подписан действительной электронной цифровой подписью (электронными цифровыми подписями)
Подписание электронной цифровой подписью	Процедура выработки электронной цифровой подписи с использованием личного ключа
Поставщик услуг	Организация, осуществляющая одну или несколько из следующих функций: издание, распространение и хранение сертификатов открытых ключей, атрибутных сертификатов, списков отозванных сертификатов открытых ключей и списков отозванных атрибутных сертификатов; достоверное подтверждение принадлежности открытого ключа определенным организации или физическому лицу
Сертификат открытого ключа	Электронный документ, изданный поставщиком услуг и содержащий информацию, подтверждающую принадлежность указанного в нем открытого ключа определенным организации или физическому лицу, и иную информацию, предусмотренную настоящим Законом и иными актами законодательства Республики Беларусь
Электронная цифровая подпись	Последовательность символов, являющаяся реквизитом электронного документа и предназначенная для подтверждения его целостности и подлинности, а также для иных целей, предусмотренных настоящим Законом и иными законодательными актами Республики Беларусь

Термин	Определение
Электронный документ	Документ в электронном виде с реквизитами, позволяющими установить его целостность и подлинность, которые подтверждаются путем применения сертифицированных средств электронной цифровой подписи с использованием при проверке электронной цифровой подписи открытых ключей организации или физического лица (лиц), подписавших этот электронный документ
ЕРСПД	Мультисервисная сеть электросвязи, являющаяся частью сети электросвязи общего пользования и представляющая собой комплекс взаимодействующих между собой сетей передачи данных государственных органов и организаций, а также других юридических лиц негосударственной формы собственности и индивидуальных предпринимателей, присоединяющих существующие сети к ЕРСПД в добровольном порядке, за исключением сетей передачи данных, предназначенных для обеспечения национальной безопасности, обороны и охраны правопорядка
7. Цифровая трансформация. Термины и определения. Государственный стандарт Республики Беларусь (проект, окончательная редакция СТБ/ОР)	
Аналитика больших данных	Результаты обработки больших объемов информации, накапливаемых с применением вычислительной техники, облачных вычислений и технологий искусственного интеллекта, используемые для дальнейшего анализа и принятия решений
Большие данные	Обширные наборы данных, характеризующиеся значительными объемами, разнообразием, скоростью обработки и/или вариативностью, требующие масштабируемой технологии для эффективного хранения, манипулирования, управления и анализа
Виртуальный резидент	Субъект, зарегистрированный в специально созданной цифровой среде и осуществляющий в этой среде налогооблагаемую деятельность
Всеобъемлющий Интернет	Концепция, предполагающая объединение в сеть пользователей, имущество и производственные процессы
Готовность к цифровой трансформации	Рейтинговая оценка (и самооценка) предприятий и отраслей экономики на основе показателей использования в работе цифровых технологий, средств и методов, предлагаемых экспертными коллективами
Данные	Интерпретируемое представление информации в формализованном виде, удобном для передачи, интерпретации или обработки
Директор по цифровым технологиям (руководитель цифровой трансформации)	Руководящее лицо компании, одна из высших административных должностей компании, отвечающее за цифровую стратегию компании; проводник единой политики цифровой трансформации или цифрового развития компании, обеспечивающий управление реализацией проектов цифровой трансформации и координацию с проектами других компаний цифровой экосистемы и с государственными цифровыми платформами и проектами
Индекс цифровизации	Натуральный показатель оценки уровня цифровизации и достигаемых эффектов при пилотировании и тиражировании цифровых решений (мониторинг) в рамках реализации программ цифровой трансформации объекта управления

Термин	Определение
Информация	Сведения об объектах, таких как факты, события, вещи, процессы или идеи, включая концепции, которые в определенном контексте имеют определенный смысл
Обмен данными	Хранение, доступ, передача и архивирование данных
Платформа	Коммуникационная и транзакционная среда, участники которой извлекают выгоды от взаимодействия друг с другом
Стратегия цифровой трансформации	Интегрированная модель действий в бизнесе (национальной политике), предназначенных для достижения целей предприятия (государства), нацеленных на выполнение стратегических задач цифрового преобразования экономики
Промышленный Интернет вещей; индустриальный Интернет вещей, индустриальный Интернет	Концепция построения инфокоммуникационных инфраструктур, подразумевающая подключение к сети Интернет любых небытовых устройств, оборудования, датчиков, сенсоров, автоматизированной системы управления технологическим процессом, а также интеграцию данных элементов между собой, что приводит к формированию новых бизнес-моделей при создании товаров и услуг, а также их доставке потребителям
Умный дом	Комплекс решений для автоматизации повседневных действий жителей дома, избавляющий от рутинных операций, интегрирующий бытовые устройства, коммуникации и оборудование, используемые ежедневно в быту, в единую автономную систему управления, отвечающий за ресурсосбережение и комфорт жителей, упрощающий управление объектом недвижимости
Умный город	Концепция интеграции нескольких информационных и коммуникационных технологий и Интернета вещей (IoT) для управления городским имуществом; активы города включают, в частности, местные отделы информационных систем, школы, библиотеки, транспорт, больницы, электростанции, системы водоснабжения и правоохранительные органы, экстренные и другие общественные службы
Функциональная архитектура	Способ описания организации системы с точки зрения функций, выполняемых элементами системы и системой в целом, взаимоотношений элементов системы между собой, системой и с внешней средой, а также правил, описывающих реализацию и развитие системы
Цифровая грамотность	Набор знаний и умений, которые необходимы для безопасного и эффективного использования цифровых технологий и ресурсов Интернета
Цифровая индустрия	Отрасли промышленности, претерпевающие глобальные технологические и структурные изменения на базе цифровых технологий
Цифровая инфраструктура	Комплекс технологий и построенных на их основе цифровых продуктов, обеспечивающих вычислительные, телекоммуникационные и сетевые мощности и работающих на цифровой основе
Цифровая культура	Понимание современных информационных (цифровых) технологий, их функциональных возможностей, а также возможность грамотно использовать их в работе или быту

Термин	Определение
Цифровая платформа	Система средств, поддерживающая использование цифровых процессов, ресурсов и сервисов значительным количеством субъектов цифровой экосистемы и обеспечивающая возможность их бесшовного взаимодействия
Цифровая повестка	Круг актуальных для некоторого экономического сообщества вопросов цифровой трансформации в рамках развития интеграции, укрепления единого экономического пространства и углубления сотрудничества государств-членов
Цифровая среда	Среда логических объектов, используемых для описания (моделирования) других сред (в частности, электронной, социальной) на основе математических законов
Цифровая стратегия	Маркетинговый план, цель которого заключается в общем развитии и преобразовании бизнеса, популяризации продукта или бренда; на национальном уровне – всеобъемлющая государственная программа преобразований (цифровой трансформации) во всех аспектах экономики и жизни общества на основе передовых достижений науки и производства
Цифровая технология	Технология, в отличие от аналоговой, работающая с дискретными, а не с непрерывными сигналами
Цифровая трансформация	Проявление качественных, революционных изменений, заключающихся не только в отдельных цифровых преобразованиях, но в принципиальном изменении структуры экономики, в переносе центров создания добавленной стоимости в сферу выстраивания цифровых ресурсов и сквозных цифровых процессов
Цифровая услуга	Услуга, оказываемая потребителю посредством цифровых технологий
Цифровая экономика	Часть экономики, в которой процессы производства, распределения, обмена и потребления прошли цифровые преобразования с использованием информационно-коммуникационных технологий
Цифровая экосистема	Открытая устойчивая система, включающая субъекты цифровой экосистемы (физических, юридических, виртуальных и пр.), а также связи и отношения этих субъектов в цифровой форме на основе сервисов цифровой платформы
Цифровая эпоха	Исторический период, ассоциируемый с новым (четвертым) уровнем развития новых технологий – цифровых технологий – и основанных на них преобразованиях экономики и общества
Цифровизация	Новый этап автоматизации и информатизации экономической деятельности и государственного управления, процесс перехода на цифровые технологии, в основе которого лежит не только использование для решения задач производства или управления информационно-коммуникационных технологий, но также накопление и анализ с их помощью больших данных в целях прогнозирования ситуации, оптимизации процессов и затрат, привлечения новых контрагентов и т. д.
Цифровое преобразование	Совокупность цифровых процессов, средств цифрового взаимодействия, информационных ресурсов, а также совокупность цифровых инфраструктур на основе норм регулирования, механизмов организации, управления и использования

Термин	Определение
Цифровое пространство	Пространство, интегрирующее цифровые процессы, средства цифрового взаимодействия, информационные ресурсы, а также совокупность цифровых инфраструктур на основе норм регулирования, механизмов организации, управления и использования
Цифровое развитие	Повышение показателей готовности национальной экономики к цифровым преобразованиям
Цифровое управление	Автоматическое управление инженерным объектом (процессом, устройством) на основе цифровой модели его поведения
Цифровое устройство	Техническое устройство или приспособление, предназначенное для получения и обработки информации в цифровой форме (в форме цифровых сигналов), используя цифровые технологии
Цифровой актив	Совокупность информации в цифровой форме и средств по ее обработке, собранная на основе конкурентной бизнес-модели, использование которой приводит к получению экономических выгод
Цифровой банкинг	Часть более широкого контекста перехода к онлайн-банкингу, где банковские услуги предоставляются через Интернет и другие цифровые технологии
Цифровой двойник	Виртуальная цифровая модель (прототип) существующего в реальности физического объекта или процесса, моделирующая внутренние процессы, технические характеристики и поведение реального объекта в условиях взаимодействия помех и окружающей среды
Цифровой маркетинг	Таргетивный и интерактивный маркетинг товаров и услуг, использующий цифровые технологии для привлечения потенциальных клиентов и удержания их в качестве потребителей
Цифровой образ	Совокупность характеристик субъекта или объекта реального мира, сущности в цифровой форме, однозначно характеризующая субъект или объект и его состояние
Цифровой продукт (услуга)	Продукт (услуга), производимый и (или) предоставляемый в цифровом пространстве
Цифровой процесс	Процесс передачи, хранения и использования данных в цифровой форме; в контексте цифровой трансформации экономики понимается как бизнес-процесс, осуществляемый на основе цифровой платформы
Цифровой рост	Увеличение экономических показателей на базе цифрового развития национальной экономики
Цифровой рынок	Совокупность экономических отношений, базирующихся на регулярных обменных операциях в электронном виде между производителями товаров (услуг) и потребителями
Цифровой след	Совокупность информации о посещениях и вкладе пользователя во время пребывания в цифровом пространстве
Цифровой суверенитет страны	Неотъемлемое и исключительное верховенство права государства самостоятельно определять правила владения, пользования и распоряжения национальными информационными ресурсами, осуществлять независимую внешнюю и внутреннюю государственную информационную политику, формировать национальную информационную инфраструктуру, обеспечивать информационную безопасность (в условиях цифровой экономики)

Термин	Определение
Цифровые инновации	Новое средство, использующее цифровые процессы, ресурсы и сервисы на основе технологий больших данных, нейротехнологий и искусственного интеллекта, системы распределенного реестра (блокчейн), квантовых технологий, новых производственных технологий, промышленного Интернета, компонентов робототехники и сенсорики, технологий беспроводной связи, виртуальной и дополненной реальностей и других технологий, которые в государственных правовых актах отражены как относящиеся к цифровым или к цифровой экономике; новая система таких средств или новая форма использования такого существующего средства/системы средств
Цифровые навыки	Компетенции населения в области применения персональных компьютеров, Интернета и других видов ИКТ, а также намерения людей в приобретении соответствующих знаний и опыта
Экономика данных	Результат формирования больших объемов данных с помощью технических устройств и других источников, обмена ими и накопления – для последующего анализа, принятия решений и формирования новой добавленной стоимости
8. Качество данных. Словарь. Государственный стандарт Республики Беларусь СТБ ISO 8000-2/OP	
Информация	Сведения об объектах, таких как факты, события, вещи, процессы или идеи, включая концепции, которые в определенном контексте имеют определенный смысл
Данные	Интерпретируемое представление информации в формализованном виде, удобном для передачи, интерпретации или обработки
Обмен данными	Хранение, доступ, передача и архивирование данных
Набор данных	Данные, логически сгруппированные по смыслу
Метаданные	Данные, определяющие и описывающие другие данные
Словарь данных	Описание типа объекта, содержащее как минимум однозначный идентификатор, термин и определение. *Примечания:* 1. По структуре данных свойство не обязательно ассоциируется или связывается с определенным типом данных в словаре данных. Связь между свойством и типом данных может быть установлена в спецификации данных. 2. Для свойства необходимо установить тип данных. В зависимости от вида свойства могут потребоваться такие элементы данных, как единица измерения и язык. Все это может быть представлено в словаре данных (в спецификации данных) со ссылкой на вводимые данные или может быть связано с самими данными
Спецификация данных	Правила для описания объектов, принадлежащих к какому-то определенному классу, с применением введенной информации из словаря данных
Значение свойства	Определенное значение вместе с идентификатором словаря данных, которое определяет свойство
Характеристика данных	Описание объекта в соответствии с классом, к которому он принадлежит, и совокупностью значений свойств

Термин	Определение
9. Информатика, цифровая трансформация. Действующие практики	
Вычислительная техника	Совокупность технических и программных средств, методов и средств (алгоритмов, технологий), используемых для автоматизации процессов вычислений, хранения и обработки информации
Суперкомпьютерные технологии	Новый технологический инструмент для постановки и решения принципиально и качественно новых научно-технических приложений в различных отраслях экономики. Суперкомпьютерные технологии обеспечивают получение новых знаний об объектах, сложных системах и явлениях как результат проведения серий вычислительных экспериментов. Суперкомпьютерные технологии позволяют использовать новые граничные условия и методы дискретизации многомерных объектов в динамически изменяемых условиях поведения, что практически невозможно при использовании обычных персональных компьютеров и рабочих станций
Облачные технологии	Технологии распределенной обработки цифровых данных, с помощью которых компьютерные ресурсы предоставляются интернет-пользователю как онлайн-сервис
Облачные вычисления	Модель предоставления повсеместного и удобного сетевого доступа к общему пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов (например, серверы, приложения, сети, системы хранения и сервисы), которые могут быть быстро предоставлены и освобождены с минимальными усилиями по управлению и необходимости взаимодействия с провайдером
Квантовые вычисления	Процедуры обработки информации, использующие принципиально квантовые особенности состояния носителей информации: возможность находиться в суперпозиционных и квантово коррелированных («перепутанных») состояниях
Робототехника	Прикладная наука, занимающаяся разработкой интеллектуальных автоматизированных технических систем и являющаяся важнейшей технической основой инновационного развития производства
Информатика	Наука о методах и процессах сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и оценки информации с использованием компьютерных технологий, обеспечивающих возможность ее использования для принятия решений. Научная дисциплина, изучающая компьютеры и вычисления, в том числе теорию вычислений и алгоритмы, структуры данных и управление базами данных, аппаратное и программное обеспечение компьютеров, компьютерное и сетевое проектирование, моделирование данных и информационных процессов, а также искусственный интеллект. Информатика опирается на математику и технику и включает методы из теории массового обслуживания, проверки гипотез, вероятности и статистики, а также проектирования электронных схем. Информатика принадлежит семейству пяти взаимосвязанных компьютерных дисциплин: компьютерное проектирование, информатика, информационные системы, информационные технологии и проектирование программного обеспечения

Термин	Определение
Алгоритм	Конечная последовательность точно сформулированных действий, формальное исполнение которых позволяет за конечное время получать из исходных данных результат, однозначно определяемый этими данными
Программный продукт	Программное обеспечение как результат человеческой деятельности, выставленный на рынке массового покупателя в качестве товара и имеющий ненулевую потребительную стоимость. Практически это означает совокупность исполняемой программы и требуемой для ее управления эксплуатационной документации
ИТ-услуга	Решение любых задач, основанное на использовании современных информационных технологий и компьютерной техники. ИТ-услуги охватывают операции, связанные с поддержкой компьютерного оборудования, обработкой данных и информационных сообщений
База данных	Организованная структурированная совокупность взаимосвязанных данных (файлов), предназначенная для коллективного многоаспектного использования прикладными программами (приложениями) и пользователями. База данных характеризует актуальное состояние некоторой предметной области, являясь информационной моделью предметной области, и используется для удовлетворения информационных потребностей пользователей и приложений. База данных состоит их четырех компонентов: с одной стороны, это файлы данных, индексы (таблицы или словари, обеспечивающие доступ к данным), а с другой стороны – интерфейсы, один из которых находится в распоряжении обслуживающего персонала, а другой – в распоряжении пользователей (приложений)
СУБД (система управления базой данных)	Совокупность программ для ЭВМ, обеспечивающих создание базы данных, изменение и пополнение хранящейся в ней информации, поиск информации по запросам пользователей (приложений)
Машинное обучение (machine learning, ML)	Раздел информатики, который занимается разработкой и анализом алгоритмов, позволяющих компьютерам изменяться под воздействием внешних факторов (обучаться)
Искусственная нейронная сеть	Математическая модель, а также ее программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей, т. е. сетей нервных клеток живого организма
Информационные технологии	Совокупность процессов, методов осуществления поиска, получения, передачи, сбора, обработки, накопления, хранения, распространения и (или) предоставления, а также пользования информацией и защиты информации. Информационные технологии обеспечивают и поддерживают информационные процессы, т. е. процессы поиска, сбора, передачи, хранения, накопления, тиражирования информации, процедуры доступа к ней

Термин	Определение
Большие данные	Совокупность структурированных и неструктурированных данных (информации) сверхбольших объемов и широкого многообразия. Социально-экономический феномен, который связан с тем, что появились новые технологические возможности для анализа огромного количества данных
CALS-технология	Организация производства новой продукции на базе электронной модели изделия и сквозных компьютерных технологий, охватывающих процессы жизненного цикла изделия от разработки дизайна, проектирования и запуска в производство до сбыта и сопровождения его эксплуатации, включая утилизацию после завершения эксплуатации
ERP-система	Информационная система для идентификации и планирования всех ресурсов предприятия, которые необходимы для осуществления продаж, производства, закупок и учета в процессе выполнения клиентских заказов. Методология эффективного планирования и управления всеми ресурсами предприятия, которые необходимы для осуществления продаж, производства, закупок и учета при исполнении заказов клиентов в сферах производства, дистрибуции и оказания услуг
Четвертая индустриальная революция (Индустрия 4.0)	Переход на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени в постоянном взаимодействии с внешней средой, выходящее за границы одного предприятия, с перспективой объединения в глобальную промышленную сеть вещей и услуг. Название одного из 10 проектов государственной Hi-Tech стратегии Германии до 2020 г., описывающего концепцию умного производства (Smart Manufacturing) на базе глобальной промышленной сети Интернета вещей и услуг (Internet of Things and Services). Характеризует текущий тренд развития автоматизации и обмена данными, который включает в себя киберфизические системы, Интернет вещей, облачные вычисления. Представляет собой новый уровень организации производства и управления цепочкой создания стоимости на протяжении всего жизненного цикла выпускаемой продукции
Информационное право	Отрасль права, представляемая совокупностью социальных норм и отношений, возникающих в информационной сфере – сфере производства, преобразования и потребления информации
Информатизация	Политика и процессы, направленные на построение и развитие телекоммуникационной инфраструктуры, объединяющей территориально распределенные информационные ресурсы. Процесс информатизации является следствием развития информационных технологий и трансформации технологического, продуктоориентированного способа производства в постиндустриальный. В основе информатизации лежат кибернетические методы и средства управления, а также инструментарий информационных и коммуникационных технологий.

Термин	Определение
Цифровая трансформация	Процесс интеграции цифровых технологий во все аспекты бизнес-деятельности, требующий внесения коренных изменений в бизнес-процессы, технологии, культуру, операции и принципы создания новых продуктов и услуг. Цифровая трансформация требует смещения акцента на периферию предприятий и повышение гибкости центров обработки данных, которые должны ее поддерживать
Информационно-коммуникационная инфраструктура	Совокупность информационных центров с комплексами баз данных и знаний, систем связи, центров управления, аппаратно-программных средств и технологий обеспечения сбора, хранения, обработки и передачи информации, а также средства доступа конечных потребителей к информационным ресурсам и сетевым услугам. Примером информационной инфраструктуры глобального уровня является сеть Интернет
Интернет	Всемирная система объединенных компьютерных сетей для хранения, обработки и передачи информации
Цифровой контент	Контент, представленный в виде, который обеспечивает работу с ним с применением средств телекоммуникаций и вычислительной техники. К цифровому контенту следует отнести любой способ представления информации (электронный текст, гипертекст, фото, аудио, видео, инфографика, базы данных, интерактивные карты и т. д.), распространяемой с помощью телекоммуникационных систем
Электронная библиотека	Упорядоченная коллекция разнородных электронных документов, снабженных средствами навигации и поиска через глобальные сети передачи данных, в том числе Интернет, в удобном для конечного пользователя виде
Электронный архив	Компактное хранение больших объемов документов и организация системы их быстрого поиска, например, архивы распорядительных документов предприятия, архивы производственных чертежей и многие другие
RFID-технологии	Способ автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах, или RFID-метках
Электронное правительство	Система государственного управления, в которой взаимодействие граждан, бизнеса, органов государственного управления и служащих обеспечивается совокупностью информационно-коммуникационных технологий. Электронное правительство – это концепция осуществления государственного управления, характерная для информационного общества, базовая цель внедрения которого – повышение эффективности работы государственных служб. Фоном для реализации инициатив электронного правительства служат организационные реформы и воспитание (развитие) у государственных служащих навыков, направленных на повышение уровня оказываемых ими услуг
Электронное здравоохранение (e-Health)	Процесс деятельности, использующий совокупность информационно-коммуникационных технологий, направленных на оптимизацию потока информации медицинского содержания с целью повышения качества предоставляемых медицинских услуг и совершенствования управления системой здравоохранения

Термин	Определение
Электронное обучение	Использование информационных технологий, телекоммуникаций, мультимедиа в учебном процессе. Средства и технологии, позволяющие обеспечить современные требования к образованию: мобильность (получение образовательных услуг в любом месте и в любое время, а не только в стенах учебного заведения) и непрерывность (обучение на протяжении всей жизни)
Электронная торговля	Общая форма оказания информационно-коммуникационных услуг в сфере торговли
Цифровой банкинг	Реализация финансовых услуг с помощью мобильных и онлайн-платформ, что совершенствует качество работы банка с клиентом, экономит время и издержки, повышает безопасность, увеличивает скорость и качество работы сервисов
Пиринговое кредитование	Альтернатива банковскому розничному кредитованию, предоставляющая возможность производить заимствования населением у других физических лиц
Краудсорсинг	Мобилизация ресурсов людей посредством информационных технологий с целью решения задач, стоящих перед бизнесом, государством и обществом в целом
Робоэдвайзинг	Автоматический сервис с помощью роботов-советников, которые подбирают инвестиционные активы и управляют портфелем
Информатизация предприятия	Техническая политика руководства, направленная на построение и развитие телекоммуникационной инфраструктуры, объединяющей территориально распределенные производственные, материальные и интеллектуальные ресурсы через единое информационное пространство
Цифровизация (диджитализация)	Изменение формы ведения бизнеса, производственной и коммерческой деятельности в условиях цифровой реальности на основе данных. Средство повысить степень удовлетворения запросов потребителей через гибкое производство, что будет способствовать развитию страны и общества в первую очередь, а во вторую – обеспечит предприятиям всех форм собственности более высокую конкурентоспособность и, соответственно, прибыль
Облачные технологии	Распределенная обработка данных, в которой доступ к компьютерным программам, вычислительным и другим мощностям пользователь получает как онлайн-сервис – в режиме реального времени
Геоинформатика	Наука, технология и производственная деятельность по научному обоснованию, проектированию, созданию, эксплуатации и использованию геоинформационных систем, по разработке геоинформационных технологий, по прикладным аспектам или приложениям геоинформационных систем для практических или геонаучных целей
Геоинформационная система	Автоматизированная система, предназначенная для сбора, обработки, анализа, моделирования и отображения данных, решения информационных и расчетных задач с использованием цифровой картографической, аналоговой и текстовой информации о Земле

Термин	Определение
Цифровая модель карты	Логико-математическое описание в цифровой форме объектов земной поверхности и отношений между ними, сформированные с учетом картографической генерализации в принятой для карт проекции, разграфки, систем координат и высот
Цифровая карта местности	Цифровое описание карты в принятой для карт проекции, разграфки, систем координат и высот, по точности и содержанию соответствующее карте определенного масштаба
Электронная карта	Цифровая модель местности или карты, подготовленная к визуализации на экране монитора или выводу на средства графического документирования в принятой системе условных знаков
Информационное общество	Современный этап развития цивилизации с доминирующей ролью знаний и информации, воздействием информационно-коммуникационных технологий на все сферы человеческой деятельности и общество в целом. Информационное общество возникает там, где главным становится управление не материальными объектами, а символами, идеями, образами, интеллектом, и где большинство работающих занято производством, хранением и реализацией информации, особенно ее высшей формы – знания
Цифровая экономика	Хозяйственная деятельность человечества и все отношения, связанные с производством, распределением и потреблением товаров и услуг
Крауд-экономика	Привлечение широкого круга заинтересованных посредством социальных сетей к решению производственных и научных задач, оценке потребительских свойств планируемых к выпуску продуктов (услуг), а также к инвестированию в разнообразные проекты, в том числе социальные
Цифровая платформа	Новый способ ведения бизнеса и получения добавленной стоимости, организации производства, маркетинга и продвижения продукции на новые рынки
Умный город	Взаимосвязанная система коммуникативных и информационных технологий
Умный регион	Территория инновационного развития, использующая цифровые технологии для повышения уровня жизни, эффективности человеческой деятельности и конкурентоспособности экономики, при обеспечении удовлетворения потребностей настоящего и будущих поколений в устойчивом развитии

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 4
ВВЕДЕНИЕ 6

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА. РОБОТОТЕХНИКА 10
Вычислительная техника *(Бибило П. Н., Парамонов Н. Н.)* 12
Суперкомпьютерные и грид-системы *(Парамонов Н. Н., Чиж О. П.)* 17
Облачные технологии. Облачные вычисления *(Венгеров В. Н.)* 29
Квантовые вычисления *(Могилевцев Д. С.)* 34
Робототехника *(Прокопович Г. А.)* 36

ИНФОРМАТИКА 48
Алгоритмы *(Мельников О. И., Шафранский Я. М.)* 51
Технология разработки программного обеспечения. Производство программного продукта и услуг *(Романов В. И.)* 57
Базы данных и системы управления базами данных *(Григянец Р. Б.)* 64
Искусственные нейронные сети и машинное обучение *(Павленко Д. А.)* 73

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 82
Информационные технологии *(Черемисинова Л. Д.)* 85
Информационные системы и ресурсы *(Григянец Р. Б., Венгеров В. Н.)* 93
Большие данные *(Венгеров В. Н.)* 97
CALS-ERP-технологии и Индустрия 4.0 *(Муха Н. П.)* 102
Правовое регулирование построения информационного общества *(Абламейко М. С.)* . . 109

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ 114
Информационно-коммуникационная инфраструктура. Компьютерные сети. Интернет *(Нозик В. М.)* 118
Индустрия программного обеспечения *(Черемисинов Д. И.)* 128
Цифровой контент *(Липницкий С. Ф.)* 134
Электронные библиотеки *(Григянец Р. Б.)* 140
Библиотека в цифровую эпоху *(Дрозд О. М., Ахремчик М. П.)* 144
Электронное правительство *(Науменко Г. Н.)* 148
Электронное здравоохранение *(Лапицкий В. А., Том И. Э.)* 151
Электронное обучение *(Воротницкий Ю. И.)* 156
Электронная торговля и логистика *(Решетняк А. В.)* 159
Цифровой банкинг *(Ковалев М. М.)* 164
Цифровая трансформация в промышленности *(Губич Л. В., Муха Н. П.)* 171
Интернет вещей. Промышленный Интернет *(Решетняк А. В.)* 179
Цифровая трансформация ЖКХ. Интеллектуальное здание *(Ивашко В. М., Черновец В. Н., Потетенко С. В.)* 184

Геоинформатика. Геоинформационные системы *(Крючков А. Н.)* 191
Информационное общество *(Науменко Г. Н.)* 203
Цифровая экономика *(Енин С. В.)* 208
Цифровой регион *(Кругликов С. В., Матюшенко Г. П.)* 213

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ 224

Современное состояние и актуальные проблемы информационной безопасности *(Дмитриев В. А., Степанян А. Б., Максимович Е. П.)* 227
Методы и средства защиты информации *(Дмитриев В. А., Степанян А. Б., Максимович Е. П.)* 234

ПРИЛОЖЕНИЕ 240

Научное издание

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНОЛОГИЯ

Редактор *О. Н. Пручковская*
Художественный редактор *И. Т. Мохнач*
Технический редактор *О. А. Ткачева*
Компьютерная верстка *Н. И. Кашуба*

Подписано в печать 14.05.2020. Формат 70×100 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 21,78. Уч.-изд. л. 18,1. Тираж 150 экз. Заказ 87.

Издатель и полиграфическое исполнение: Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Беларуская навука». Свидетельства о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/18 от 02.08.2013, № 2/196 от 05.04.2017. Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск.