

ПАРАДИГМЫ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Финансовый университет
при Правительстве Российской Федерации
К столетию со дня образования

ПАРАДИГМЫ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Технологии искусственного интеллекта
в финансах и финтехе

Монография

Под редакцией

М. А. Эскиндарова, В. И. Соловьева

Москва – 2019

УДК 336.02

ББК 65.261

П 18

Рецензенты:

Гатауллин Т. М., доктор экономических наук, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры математических методов в экономике и управлении, заместитель директора центра цифровой экономики Государственного университета управления

Назипов Д. А., кандидат экономических наук, первый вице-президент Газпромбанка, заведующий кафедрой «Банковская автоматизация и информационные технологии» Финансового университета

Ответственные редакторы:

Эскиндаров М. А., академик РАО, доктор экономических наук, профессор

Соловьев В. И., доктор экономических наук, профессор

Авторы:

Абдикеев Н. М. (§ 4.3), *Барк В. Б.* (§ 3.2), *Бекетнова Ю. М.* (§ 2.3), *Блохин Н. В.* (гл. 7), *Бондарева Е. В.* (§ 3.3), *Бондаренко О. А.* (§ 2.2), *Брагин В. А.* (§ 3.2), *Бурякова А. О.* (§ 4.5), *Бучнева А. В.* (гл. 7), *Варнавский А. В.* (§ 4.5), *Волкова Е. С.* (§ 2.1), *Гайдамака А. И.* (§ 4.3), *Гисин В. Б.* (§ 2.1), *Золотарева Е. Л.* (§ 3.2, § 3.3), *Карпунин М. А.* (гл. 8), *Коротеев М. В.* (§ 3.4), *Куклина Д. О.* (§ 4.4), *Лосев А. А.* (§ 4.3), *Макрушин С. В.* (гл. 5–8), *Милованов Д. М.* (гл. 6), *Муравьев А. В.* (гл. 5), *Панюкова В. В.* (§ 4.2), *Пухов И. А.* (§ 4.4), *Славгородский А. А.* (§ 4.4), *Славин Б. Б.* (Введение, § 4.1), *Соловьев В. И.* (гл. 1, § 2.1, гл. 3, § 4.3, § 4.4), *Сухань А. А.* (§ 3.4), *Титко М. С.* (§ 4.4), *Титов Н. А.* (§ 3.2, § 3.5, гл. 7), *Феклин В. Г.* (§ 2.2)

П 18 **Парадигмы цифровой экономики:** Технологии искусственно-го интеллекта в финансах и финтехе: Монография / Под ред. М. А. Эскиндарова, В. И. Соловьева. — М.: Когито-Центр, 2019. — 325 с.

ISBN 978-5-89353-550-1

УДК 336.02

ББК 65.261

Монография обобщает новые результаты в области применения технологий искусственного интеллекта в финансах и финтехе. Отдельные главы посвящены экосистеме и ландшафту финтеха (включая обсуждение интеллектуальных технологий, на которых основаны принципиально новые модели бизнеса), применению технологий машинного обучения в кредитном скоринге, оценке устойчивости банков, выявлению банков, вовлеченных в отмывание доходов, прогнозированию рыночных трендов и разработке торговых стратегий, а также использованию технологий вики, вики-графов, семантических сетей и концептуальных карт в задачах разработки экспертных систем, баз знаний и метамodelей банковской архитектуры.

© ФГБОУВО «Финансовый университет», 2019

ISBN 978-5-89353-550-1

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	9
Введение	12
Глава 1	
Экосистема и ландшафт финтеха.	17
1.1. Финтех.	17
1.2. Предпосылки возникновения финтеха	21
1.3. Экосистема финтеха	23
1.4. Бизнес-модели финтеха	26
1.5. Ландшафт финтеха	39
Глава 2	
Интеллектуальные технологии в кредитном скоринге и оценке устойчивости финансовых организаций.	42
2.1. Применение машинного обучения в кредитном скоринге.	42
2.2. Интеллектуальные методы анализа устойчивости банков	58
2.3. Интеллектуальные методы выявления кредитных организаций, вовлеченных в отмывание доходов.	68

Глава 3	
Интеллектуальные технологии прогнозирования состояний финансовых рынков	81
3.1. Традиционные модели машинного обучения, используемые для прогнозирования рыночных трендов	81
3.2. Алгоритм прогнозирования моментов разворотов рыночных трендов на основе скользящих окон	86
3.3. Применение сверточных нейронных сетей для решения задач классификации и прогнозирования	91
3.4. Применение генеративно-сопоставительных нейронных сетей для решения задач классификации и прогнозирования	113
3.5. Применение систем, основанных на обучении с подкреплением, для решения задач классификации и прогнозирования	122

Глава 4	
Цифровые платформы и маркетплейсы	136
4.1. Цифровые платформы как тренд корпоративной автоматизации	136
4.2. Цифровые платформы в управлении цепями поставок	142
4.3. Межотраслевой маркетплейс для участников создания новых высокотехнологичных продуктов	147
4.4. Интеллектуальная система мониторинга вовлеченности студентов на основе технологий интернета вещей	157
4.5. Формализация экономических отношений в условиях развития автоматизации	169

Глава 5	
Технологии вики и их применение	175
5.1. Вики-технологии	175
5.2. Википедия	195
5.3. Википедия как источник, описывающий окружающую действительность	207

Глава 6	
Технологии семантических сетей и их применение	209

6.1. Введение в семантику и Semantic Web	209
6.2. Стек технологий Семантической паутины	218
6.3. RDF	222
6.4. OWL	227
6.5. SPARQL	234
6.6. Примеры онтологий и семантических сетей	237
6.7. Применение семантических сетей	242

Глава 7

Технологии Вики-графа и их применение	244
7.1. Вики-граф.	244
7.2. Графовые базы данных	247
7.3. Построение Вики-графа	254
7.4. Анализ Вики-графа	259
7.5. Практическое применение Вики-графа.	263

Глава 8

Технологии концептуальных карт и их применение.	268
8.1. Суть и специфика концептуальных карт	268
8.2. Применение концептуальных карт.	272
8.3. Инструменты работы с концептуальными картами	280
8.4. Пример адаптации технологии концептуальных карт для создания прикладного семантической технологии для банка	285

Литература	293
-----------------------------	------------

ПРЕДИСЛОВИЕ

Монография «Парадигмы цифровой экономики» обобщает результаты исследований Финансового университета в области применения цифровых технологий, прежде всего технологий искусственного интеллекта, в частности, инструментов обработки и анализа данных, машинного обучения, интернета вещей в финансовом секторе и особенно в финтехе.

Книга содержит как обзоры новейших мировых исследований, так и оригинальные результаты разработки прикладных систем искусственного интеллекта.

В первой главе проводится обзор экосистемы финансовых инноваций, порожденных технологиями, бизнес-моделей, основанных на этих инновациях, обсуждается ландшафт и экосистема финтеха в России и за рубежом.

Вторая глава посвящена методологии применения машинного обучения в скоринге. В ней проводится обзор методов искусственного интеллекта, используемых в скоринге, а затем обсуждаются две модели машинного обучения, разработанные в Финуниверситете: модель анализа устойчивости коммерческих банков и модель выявления банков, участвующих в отмывании доходов.

Третья глава посвящена интеллектуальным торговым стратегиям, использующимся в управлении активами. Обсуждаются традиционные подходы к прогнозированию моментов разворотов рынка, а также новые результаты, полученные в Финуниверситете с помощью моделей, основанных на сверточных и генеративно-состя-

Предисловие

зательных нейронных сетях, обучении с подкреплением, а также скользящих окнах.

Четвертая глава посвящена цифровым платформам и маркетплейсам. Особое внимание уделено обсуждению перспектив создания цифровых платформ в государственном управлении и логистике. Также предлагается концепция разработки межотраслевого маркетплейса для участников рынков высокотехнологичной продукции. Затем описывается разработанная в Финансовом университете система автоматического мониторинга вовлеченности студентов на основе анализа видеопотоков, поступающих с размещенных в аудиториях камер. Завершается четвертая глава обсуждением формализации экономических отношений в условиях развития применения сквозных технологий.

Пятая глава посвящена технологиям вики и их применению. На данный момент технологии вики и построенная на этих технологиях Википедия оказались самым продуктивным инструментом построения слабо формализованных баз знаний. Помимо общих вопросов, рассматривается возможность применения данных технологий в корпоративной среде. Отдельный подраздел посвящен Википедии как ключевому глобальному информационному артефакту частично структурированного знания.

В шестой главе рассматриваются ключевые элементы современного технологического стека семантических технологий, относящихся к области Семантической паутины (Semantic Web), рассматриваются ключевые понятия и концепции, на которых базируются современные семантические технологии: технология представления данных и метаданных RDF, язык описания онтологий OWL, SPARQL – язык построения запросов к данным, описанным в формате RDF. Обсуждаются примеры построения онтологий и семантических сетей на базе этих технологий, как имеющие вид крупных инфраструктурных проектов, обеспечивающих базис для реализации прикладных семантических технологий, так и описывающие применение семантических сетей в бизнесе, в том числе в банках.

В седьмой главе обсуждаются технологии, которые позволяют на основе массива данных Википедии строить прикладные семантические системы. Рассматривается понятие веб-графа как частного случая графа, построенного на основе корпуса гипертекстовых документов. Дается определение Вики-графа и рассматриваются возможности, которые он предоставляет на фоне аналогичных структур

Предисловие

данных, построенных на базе других массивов гипертекстовых документов. Рассматривается возможность построения аналогичных структур данных для корпоративных и банковских приложений. Важной частью главы является знакомство с ключевыми технологиями для работы с Вики-графом — графовыми базами данных. Далее по результатам проведенного в Финуниверситете исследования русскоязычного сегмента Википедии описывается практически реализованная авторами технология построения Вики-графа, приводятся основные результаты анализа структуры построенного авторами Вики-графа и анализ аналогичных результатов других авторов. В конце главы рассматриваются прикладные аспекты использования вики-графов для банковских и корпоративных приложений.

Восьмая глава посвящена технологиям концептуальных карт и их приложениям. По сути концептуальные карты являются еще одним подходом для формирования баз знаний, готовящих почву для внедрения семантических технологий. Таким образом, технологии построения концептуальных карт наряду с вики-технологиями представляют еще одну форму прикладных семантических технологий. Более того, технологии концептуальных карт могут иметь синергию с вики-технологиями при построении баз знаний и их адаптации к решению бизнес-задач в банках. В седьмой главе раскрывается суть концептуальных карт, основные направления использования этой формы представления информации, приводится анализ прикладных программных пакетов для работы с концептуальными картами, описывается возможность использования концептуальных карт для формирования онтологий и возможности по адаптации и прикладному использованию концептуальных карт в банках и других крупных организациях.

ВВЕДЕНИЕ

28 июля 2017 г. Распоряжением Правительства Российской Федерации № 1632-р была принята программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Становлению цифровой экономики в России призвана способствовать и Стратегия развития информационного общества, принятая в мае того же 2017 г.

Под цифровой экономикой понимается «хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг» [1].

В программе «Цифровая экономика» были определены основные показатели цифровизации России по направлениям нормативного регулирования, кадрового обеспечения и образования, формирования технологических заделов и исследовательских компетенций, создания инфраструктуры и системы безопасности.

Обсуждение путей развития экономики в результате цифровизации или диджитализации деятельности предприятий идет уже давно. Так термину «цифровая экономика» уже больше 20 лет (книга канадского ученого и публициста Дона Тапскотта «The Digital Economy» вышла в 1996 г.), а использование информационных технологий (ИТ) в бизнесе вообще имеет полувековую историю.

В России коммерческие компании уже много лет интенсивно внедряют ИТ, а соответствующая отрасль экономики, сформированная компаниями, оказывающими услуги в области информационных технологий, показывает неплохие результаты не только внутри страны, но и на международных рынках.

Цифровые технологии успешно внедряются и в управлении государственными услугами в рамках электронного правительства, и с целью автоматизации деятельности органов власти.

Почему же именно сегодня вопросы цифровизации встали так остро, что понадобилось принятие программы развития цифровой экономики на национальном уровне?

Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо рассмотреть в динамике этапы внедрения средств корпоративной автоматизации и эволюцию роли ИТ в экономике. В начальный период своего развития информационные технологии в основном использовались в качестве инструмента ускорения времени и повышения точности планирования и учета ресурсов для обеспечения деятельности сложных многокомпонентных производств, требующих учета многочисленных типов материала, времени поставки, последовательности переделов и т. п.

Неудивительно, что этот этап развития ИТ был связан с созданием отдельных вычислительных центров на крупных предприятиях, в задачу которых входило проведение расчетов.

С развитием средств персонального вычислительного оборудования и средств сетевых коммуникаций информационные технологии стали выполнять еще одну функцию на предприятиях – автоматизацию бизнес-процессов, поддержку коллективной работы в единой информационной среде.

Именно этот этап развития ИТ был ознаменован успехами внедрения комплексных систем класса ERP¹, систем электронного документооборота. По мере совершенствования технологий они стали давать конкурентные преимущества бизнесу, повышая капитализацию компанию.

Началась интенсивная автоматизация всех сфер деятельности компаний, включая внедрение систем класса CRM², позволяющих

1 ERP (*англ.* Enterprise Resource Planning) – планирование ресурсов предприятия.

2 CRM (*англ.* Customer Relationship Management) – управление взаимоотношениями с клиентами.

управлять отношениями с клиентами, систем класса BPM³ для управления эффективностью бизнеса, систем класса ECM⁴ для управления информационным контентом предприятия. Стали востребованы инструменты BI⁵ для анализа коммерческой деятельности и программные продукты для проектного управления. В машиностроении получили распространение PLM⁶ системы, позволяющие управлять созданием и послепродажной эксплуатацией сложных изделий на всем протяжении их «жизни», от разработки проектной документации до утилизации. В строительстве начали использоваться BIM⁷ технологии, своего рода цифровые двойники зданий, позволяющие эффективно выстроить все процессы строительства: от согласования проектной документации до сдачи его в эксплуатацию.

Однако массовая автоматизация бизнеса оказывается еще не была кульминацией в использовании ИТ в экономике, она лишь сформировала основу для технологической трансформации бизнеса, которая и стала визитной карточкой современного цифрового «хайпа».

Но прежде, чем говорить об особенностях следующего этапа — цифровой трансформации, надо отметить, что финансовый, и в первую очередь банковский, сектор (особенно это касается организаций, работающих с розничными клиентами) всегда был лидером в области автоматизации.

Это связано с тем, что аналогично биллинговым системам для телекоммуникационных компаний банковские информационные системы ведения счетов клиентов и электронные платежные системы являются основой бизнеса. По этой причине банки стали первыми, кто выстроил жесткую систему управления бизнес-процессами, внедрил у себя системы управления рисками.

Неудивительно, что и международные банковские стандарты, разрабатываемые Базельским комитетом по банковскому надзору,

-
- 3 BPM (*англ.* Business performance management) — управление эффективностью бизнеса.
 - 4 ECM (*англ.* Enterprise content management) — управление корпоративным контентом.
 - 5 BI (*англ.* Business intelligence) — инструменты аналитической отчетности.
 - 6 PLM (*англ.* Product lifecycle management) — управление жизненным циклом продукции.
 - 7 BIM (*англ.* Building information modeling) — информационное моделирование здания.

в отличие от международных стандартов ISO, используемых обычными предприятиями, более строгие к качеству организации деятельности, к управлению рисками и к информационной прозрачности, и главное — обязательные к исполнению. Именно лидерство финансовых организаций в области автоматизации привело к тому, что они оказались первыми в эпоху цифровой трансформации.

Цифровая трансформация бизнеса — это уже новый этап развития корпоративных ИТ, который связан с тем, что информационные технологии стали широко использоваться не только в деятельности самих предприятий, но и среди населения.

Безусловно, это стало возможным за счет технологических достижений: за счет развития сети Интернет и удешевления телекоммуникаций, в результате появления новых мобильных устройств (от ноутбуков и планшетов до смартфонов), снижения стоимости вычислительного оборудования.

Если на предыдущем этапе ИТ помогали делать бизнес более эффективным, то в условиях цифровой трансформации были «сломааны» организационные границы предприятий: торговые компании через системы B2B⁸ получили доступ к информационным системам поставщиков, заказывая товар порой еще до его производства, у клиентов через личные кабинеты и Интернет появилась возможность покупать прямо со склада торговых организаций, сотрудники компаний получили возможность работать в информационной системе компаний, находясь сколь угодно далеко от нее (в командировке, дома, в отпуске).

«Размывание» границ предприятия как раз и стала основой изменения или трансформации бизнеса, поскольку часть своей деятельности компании стали передавать на самообслуживание клиентам и партнерам.

Знаменитый сервис Booking.com создал цифровую платформу, которая позволила убрать посредников между отелями и их клиентами, причем клиенты не просто сами теперь заказывают себе отели, но и рейтингуяют их, т. е. выступают еще и в роли надзорных органов.

Внедрение цифровых сервисов радикально изменило услуги аренды машин с водителем (такси), переформатировало отрасль средств массовой информации, как по форме (блоги на видеохостингах и в социальных сетях, текстовые каналы в мессенджерах, и т. д.),

8 B2B (*англ.* Business to business) — информационное взаимодействие между компаниями.

Введение

так и по участникам, допустив в нее самостоятельных блогеров и независимых вещателей. И поскольку финансовая отрасль была передовой в области использования ИТ, то она оказалась и в авангарде цифровой трансформации.

Расширение доступа населения к Интернет привело к возможности перевести в сеть платежные услуги — появились так называемые электронные деньги, электронные кошельки. Причем такого рода услуги, как оказалось, вполне могут оказывать и небанковские организации. Развитие мобильных технологий привело к тому, что телеком операторы также стали оказывать платежные услуги, предлагая населению оплачивать те или иные услуги, необязательно телекоммуникационные, с использованием предоплаты за телефон.

Банковские организации не отставали от коллег по расширению рынка услуг за счет небанковских отраслей. Предоставление доступа к банковским сервисам через Интернет дал возможность предложить клиенту услуги страхования, возможность оплатить услуги ЖКХ и купить авиабилеты и т. п. Цифровые технологии привели к реальной трансформации деятельности организаций, и финансовая отрасль оказалась в эпицентре этой трансформации. Финтех, таким образом, можно считать авангардом цифровой трансформации экономики.

Финтех демонстрирует, что цифровая трансформация, изменяя возможности организации, может выводить из-под государственного надзора многочисленные сервисы. Так было с электронными деньгами и платежами через телекоммуникационных операторов, так происходит сегодня через сетевые сообщества, использующие для обмена криптовалюты. Аналогичная потеря государственного контроля наблюдается в цифровизации рынка аренды такси, средств массовой информации.

В условиях цифровой трансформации необходима более динамичная государственная политика, и финтех здесь может стать хорошим полигоном для поиска новых форм регулирования, прежде всего, связанных с привлечением бизнес-сообщества.

Финтех уже сегодня использует все современные цифровые технологии, и искусственный интеллект, и технологии работы с большими данными, и инструментарий распределенных реестров, и биотехнологии. Поэтому его можно использовать и как полигон для обкатки прорывных технологий, обозначенных в правительственной программе «Цифровая экономика».