

Д. С. ПАЩЕНКО

СОВРЕМЕННАЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНАЯ КОМПАНИЯ В ИТ-ОТРАСЛИ

1



1

Денис Пащенко

**Современная
высокотехнологичная
компания в IT-отрасли**

«Издательские решения»

Пащенко Д. С.

Современная высокотехнологичная компания в IT-отрасли /
Д. С. Пащенко — «Издательские решения»,

ISBN 978-5-00-564708-5

Данная монография представляет читателю концептуальную модель высокотехнологичной компании (ВТК) и практические пути достижения мирового уровня конкурентоспособности в IT-отрасли в условиях глобальной экономики. В работе представлен обобщенный опыт российских, европейских, американских отраслевых экспертов и исследователей последнего десятилетия в создании мировых лидеров в IT-отрасли.

ISBN 978-5-00-564708-5

© Пащенко Д. С.
© Издательские решения

Содержание

Пащенко Денис Святославович	6
ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ	9
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	12
Конец ознакомительного фрагмента.	34

Современная высокотехнологичная компания в IT-отрасли

Денис Святославович Пащенко

© Денис Святославович Пащенко, 2022

ISBN 978-5-0056-4708-5

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Пащенко Денис Святославович

Современная Высокотехнологичная Компания в IT-отрасли
The Modern High-Tech IT-Company

Рецензенты:

Комаров Николай Михайлович, д.э.н., профессор

Мохов Андрей Игоревич, д.т.н., профессор

Данная монография представляет читателю концептуальную модель высокотехнологичной компании (ВТК) и практические пути достижения мирового уровня конкурентоспособности в IT-отрасли в условиях глобальной экономики. В работе представлен обобщенный опыт российских, европейских, американских отраслевых экспертов и исследователей последнего десятилетия в создании мировых лидеров в IT-отрасли. Также в монографии приведены результаты национальных и международных исследований автора, проведенных в 2012—2021 гг. и, по мнению автора, подтверждающие существенные отличия в конкурентном развитии ВТК, разрабатывающих программное обеспечение, от традиционных отраслей экономики.

В отдельной главе приведен авторский метод внедрения фундаментальных процессных изменений, сопровождающих типичные трансформации IT-компаний, проанализированы специфические риски и обозначены ключевые управляющие воздействия, направленные на оптимизацию процесса внедрения изменений. Среди множества практических проектов, проведенных автором, выделены всего пять, иллюстрирующие достоинства и недостатки предлагаемого метода. Также в работе даны практические рекомендации для использования авторского метода при трансформации Вашей IT-компаний.

Монография рассчитана на руководителей и собственников IT-компаний, специалистов в области управления изменениями и стратегическому консалтингу в высокотехнологичных отраслях, а также может быть интересна широкому кругу читателей, интересующихся данной проблемой.

Пащенко
Денис Святославович,
к.т.н., д.э.н.,
2022



От автора:

В ходе работы над своей докторской диссертацией по экономике, посвященной развитию методологии управления цифровой трансформацией в промышленности, я доказал, что IT-отрасль сегодня, во многом, определяет границы цифровизации всей экономики. Она делает это не только с помощью технологий и программно-аппаратных решений, которые производит, а, прежде всего – демонстрируя другим отраслям возможности эффективной и быстрой модификации бизнес-моделей компаний. В XXI веке своевременное и успешное управление изменениями в менеджменте предприятий – это отдельная конкурентная сила, а компании IT-отрасли убедительно демонстрируют, как умеют адаптироваться к любым кризисам (финансовым, пандемическим, политическим) с невероятной скоростью.

Тем более важно понять, а как будут выглядеть высокотехнологичные IT-компании завтра? В основе перспективных моделей успешных компаний, разрабатывающих программное обеспечение, лежит сразу несколько элементов, обеспечивающих быстрый рост конкурентных

возможностей в условиях ресурсных ограничений. Получение мирового уровня конкурентоспособности для отечественных IT-компаний – это более надежная перспектива развития, чем участие в «непрозрачных» тендерах по разработке ненужных систем и организация «бесконечных» поставок аппаратного обеспечения в госорганы. Более того, анализ и бенчмаркинг элементов предлагаемых в монографии перспективных бизнес-моделей IT-компаний для других отраслей целесообразен: это прямая экономия инвестиций на развитие организаций.

Однако мало просто представить себе высокотехнологичную компанию завтрашнего дня и ключевые элементы ее глобального успеха. В монографии представлены научное обоснование и практика трансформаций IT-компаний, проведенных по авторскому методу. Из дюжины программ проектов, проведенных автором лично, выполнен анализ всего пяти: они сильно повлияли на развитие метода и иллюстрируют его достоинства и легкость применения. В итоге, мы получаем данную монографию: от анализа перспектив развития отечественной IT-отрасли к практическому созданию высокотехнологичной компании, обладающей мировым уровнем конкурентоспособности.

ВВЕДЕНИЕ И ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Отрасль информационных технологий является локомотивом развития мировой инновационной экономики, именно она во многом определяет скорость и границы цифровой трансформации других отраслей. В России, как и других развивающихся странах, IT-отрасль является центром притяжения наиболее талантливых инженеров и является альтернативным драйвером стимулирования роста экономики, построенной на добыче и элементарной обработке природных ресурсов [1].

С одной стороны, глобальная конкурентная борьба в IT-отрасли создает для всех компаний схожие условия ведения бизнеса, это означает необходимость постоянного развития конкурентных возможностей по всем направлениям: от совершенствования бизнес-моделей компаний до постоянной технологической гонки в производственных и сбытовых процессах. С другой стороны, сама отрасль все еще молода, а в России даже еще не все основатели ведущих компаний успели отойти от дел [2]. Явная незрелость и низкая эффективность управленческих практик даже в крупных IT-холдингах затрудняют возможности обретения мирового уровня конкурентоспособности. И хотя отечественная история знает блестящие примеры IT-компаний, добившихся мирового признания, сегментного и «нишевого» доминирования (в т.ч. после смены российской юрисдикции) [3, 4], но в целом ощущается, что потенциал российской IT-отрасли остается нереализованным. Общий объем экспорта российской IT-отрасли серьезно уступает мировым лидерам, и даже на внутреннем рынке отечественные решения остаются экономически и технологически неудачными в целом ряде сегментов. Также косвенными признаками такого положения дел являются следующие объективно наблюдаемые в отечественной IT-отрасли явления:

- постоянный и огромный отток лучших специалистов в зарубежные компании (даже без смены физического места проживания);
- смена российской юрисдикции на иностранную для каждой успешной IT-компании, получившей мировой уровень конкурентоспособности;
- экономически необоснованные программы импортозамещения в российских государственных корпорациях.

Вместе с этим, кадровый и технологический потенциал, оказываемые государством преференции и общая конъюнктура рынка позволяют российским IT-компаниям претендовать на серьезный рост экономического влияния и занятие ведущих ролей в мировой цифровой экономике. Частично мы можем наблюдать это в новых технологических нишах (например, инновационная военная промышленность, компьютерное зрение, искусственный интеллект, автоматическое управление машинами и транспортом) и специфических, этически сомнительных сегментах экономики (игровая индустрия, внебиржевая торговля, ставки на спорт и прочее). Ключевую роль в раскрытии экономического потенциала отечественных IT-компаний играют не только талантливые российские инженеры и зрелость производственных процессов, но и последовательное бизнес-планирование на тактическом и стратегическом уровнях. В данной монографии доказывается необходимость учитывать в таком планировании усилия по успешному управлению постоянными изменениями в бизнесе, связанными с глобализацией конкуренции, быстрой технологической эволюцией, отрицательной безработицей и другими специфическими отраслевыми факторами. Успешное управление постоянными изменениями в бизнесе IT-компаний в сочетании с эффективным бизнес-планированием представляются новой конкурентной силой в модели М. Портера для IT-отрасли [5].

Несомненно, важной частью наращивания такой конкурентной силы для конкретной IT-компаний является активное использование отраслевых тенденций. Часть таких тенденций была заимствована из других отраслей и претерпела заметное преобразование под нужды

цифровой экономики. Например, экономические интеграции, включая партнерства, слияния и поглощения – мощный инструмент роста бизнеса и монополизации в традиционных отраслях в XX веке – были серьезно трансформированы IT-компаниями в XXI веке. Другая часть – это тенденции, создаваемые для мировой экономики IT-компаниями – автоматизация, цифровизация и т.д., которые и сами оказывают существенное влияние на IT-отрасль [6]. Это влияние заключается в двух очевидных явлениях, ускоряющих развитие информационных технологий и повышающих маржинальность IT-бизнеса:

- растущий запрос на технологические решения со стороны мировой цифровой экономики создает гигантские потоки денежных средств, что определяет благоприятные возможности для инвестирования получаемой прибыли в рост конкурентных возможностей каждой IT-компания;

- сами IT-компании активно проходят (а многие давно уже прошли) этапы тотальной автоматизации производства и цифровизации бизнеса, т.е. на своем примере демонстрируют текущим и потенциальным клиентам все выгоды технологических трансформаций.

Создание современных бизнес-моделей и стратегий развития для отечественных IT-компаний, позволяющих получить мировой уровень конкурентоспособности, является актуальной научно-практической проблемой. В данной монографии описано авторское представление о перспективной модели высокотехнологичной IT-компания, использующей предлагаемые далее механизмы поиска и удержания конкурентных преимуществ для получения «нишевого» доминирования на мировом рынке.

Создание такой бизнес-модели на практике сопряжено с проведением существенной трансформации производственных и бизнес-процессов, включая управление масштабными изменениями в организации. Совокупный мировой опыт управления трансформациями высокотехнологичных компаний нельзя назвать позитивным: по мнению различных исследователей [7, 8] значительный процент таких программ проектов остается неуспешным.

С одной стороны, аналогичные заключения справедливы и для других отраслей: многие программы цифровизации или agile-трансформации для банков и промышленных групп также завершаются неудачно вопреки масштабным инвестициям и декларативным заявлениям топ-менеджеров. С другой стороны, провалы в управлении значительными изменениями в компаниях, разрабатывающих ПО, имеют целый ряд специфических причин, выявленных в исследованиях автора в 2012—2014 гг. и изложенных в первой главе данной монографии.

В качестве управленческого решения данной практической задачи в книге предложен авторский метод управления значительными изменениями в IT-компаниях [9] вне зависимости от причин начала трансформации:

- слияния и поглощения;
- технологическое давление рынка;
- смены бизнес-модели и т.д.;

Предлагаемый метод используется автором в собственных программах трансформаций компаний, разрабатывающих ПО, и с 2010 года прошел солидный путь апробирования и совершенствования. В качестве иллюстрации в Главе 3 приведены практические проекты и программы (2010—2021 гг.), в которых был использован данный метод, приведены полученные результаты и проанализированы допущенные ошибки. В завершении книги предложены пути совершенствования авторского метода.

Таким образом, данная монография предлагает своему кругу читателей универсальный рецепт успеха для усредненной российской IT-компания:

- понимание своего места в развивающейся отечественной IT-отрасли;
- целевую концептуальную модель высокотехнологичной IT-компания, обладающей мировым уровнем конкурентоспособности;

– практический метод достижения параметров данной модели с учетом необходимости управления значительными изменениями в производственных и бизнес-процессах.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

1.1 Отрасль информационных технологий, включая сегмент разработки программного обеспечения в России: общий обзор

Отрасль информационных технологий представляет собой совокупность секторов (индустрий), связанных с созданием, хранением, интеграцией, обработкой и передачей информации. Совокупность данных операций можно объединить понятием управления жизненным циклом информации. Информационные технологии входят в четвертичный сектор мировой экономики – экономику знаний по модели Фишера-Кларка [10] и расположены в 5-ом технологическом укладе [11]. Развитие информационных технологий в последней трети XX века обусловило появление постиндустриального (информационного) общества и понятия «новой экономики» [12]. Отрасль информационных технологий (ИТ) в ее современном виде сопровождается в течение последних 100 лет развитием логических алгоритмов, специализированных математических методов и аппаратного обеспечения для вычислительных процессов.

В рамках данного исследования из понятия отрасль информационных технологий исключены все технологии XIX—XX в., как, например, проводной телефон, телеграф, сотовая связь, средства массовых коммуникаций и т. п. Также исключены из обзора в данной главе предприятия, обеспечивающие такие современные коммуникационные услуги, как подвижная и документальная электросвязь и широкополосный доступ к интернету. Экономический обзор отрасли информационных технологий выполнен из определения данного понятия в Стратегии развития информационных технологий, подготовленной Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ в конце 2018 года [13]. Согласно данной стратегии отрасль информационных технологий включает в себя: «организации, осуществляющие деятельность по обработке данных, предоставлению услуг по размещению информации, разработке компьютерного программного обеспечения».

Упомянутая стратегия описывает положительную динамику развития отрасли в 2010—2017 гг и указывает на меры реализации ее развития до конца 2025 года. Согласно экономическому анализу, приведенному в стратегии, ИТ-отрасль является наиболее динамично развивающейся как в информационно-телекоммуникационном секторе, так и в целом в российской экономике. При этом удельный вес информационных технологий в ВВП не превышает 1%, что в 2—3 раза меньше, чем в Финляндии, Германии или Франции и в 5 раз меньше, чем у мировых лидеров – Южной Кореи и Индии.

Отчет Высшей Школы Экономики за 2018 год [14] отмечает, что экспорт российского сектора ИКТ не превышает 1% мирового экспорта ИКТ-услуг (компьютерных, телекоммуникационных, информационных), что составляет в денежном выражении всего 4,6 млрд долларов США (USD) в 2017 году. На рынке в том же году лидировали Ирландия (85 млрд. USD) и Индия (55 млрд. USD), которые формируют соответственно 14.4 и 11.2% мирового экспорта ИКТ-услуг. Нидерланды, США, Германия, Китай, Великобритания, Франция занимают доли в диапазоне 3.4—7.8%. Примечателен опыт Ирландии, которая перегнала Индию в показателях по программному обеспечению (ПО) в течение последних десяти лет, сделав ставку на создание удобной бизнес-среды для ИТ-компаний, повышение престижности инженерных профессий, налоговые льготы и экономическую координацию усилий внутри отрасли. Практически все ведущие мировые ИТ-корпорации открыли европейские офисы именно в Ирландии. В общем денежном выражении три лидера экспорта ПО – Ирландия, Индия и США занимают более 25% мирового экспортного рынка отрасли, что в денежном выражении составляет 179 млрд. USD.

Для сравнения отметим, что по данным из аналитического отчета IDC в 2019 году весь объём российского рынка информационно-коммуникационных технологий достиг отметки в денежном выражении в \$47,05 млрд, что стало наибольшим результатом среди всех стран Центральной и Восточной Европы (ЦВЕ) [15]. Таким образом, экспортная выручка любой из лидирующих стран в мире превышает весь объём ИТК на внутреннем рынке РФ с учетом всех программ автоматизации промышленности и государственных корпораций, разработок для частных компаний и ресурсоемких программ цифровизации и импортозамещения в органах государственной власти в десятках регионов и на федеральном уровне.

В упомянутой ранее стратегии [13] также отмечается, что «объём мирового рынка информационных технологий почти в 100 раз превышает размеры российского», это подтверждается отчетами Gartner, в которых мировой рынок информационных технологий в 2018 году превысил 3,7 триллиона USD [16]. Более того, отчет IDC в начале 2019 года по тратам на услуги и аппаратное обеспечение ИТК ведущих корпораций мира в 2018 году [17] показывает, что суммарные ИТ-бюджеты всего лишь четырех мировых корпораций: Amazon (13,6 млрд USD), Alphabet-Google (12,9 млрд USD), Walmart (11,8 млрд USD) и JP Morgan Chase (9,3 млрд USD) превышают весь объём национального рынка России, т.е. все сделанные инвестиции всех экономических агентов и государственных структур в информационные и телекоммуникационные технологии в течение 2018 года.

Не менее важно рассмотреть динамику данного процесса. Вне зависимости от очевидной экономической рецессии в 2020—2021 гг, связанной с пандемией COVID-19, динамика процессов развития в России и в мире в 2017—2019 гг позволяет судить о видимом росте отрасли. Более того, информационные технологии слабо зависят от логистики, виртуализированы, а поставляемые продукты и сервисы прочно вошли в список базовых потребностей современного человека. Следует отметить, что модели приспособления ИТ-бизнеса к экономическим спадам на примере мирового кризиса в 2008—2010 гг показывают, что мировые ИТ-компании гибко реагируют на макроэкономические угрозы, опережают ожидания потребителей и легко приспосабливаются к скачкам спроса.

В России отрасль информационных технологий является одной из наиболее динамично развивающихся. Более того, скорость ее роста опережает в последние годы все другие значимые отрасли. После спада 2015—2016 гг, связанного с девальвацией рубля и экономическими санкциями против России, ИТ-отрасль в течение последних лет показывает устойчивый рост (Таблица 1).

Год	Рост к предыдущему году (% , в рублях)	Комментарии
2017	3,5-6 с учетом официальной инфляции	Данный год стал первым после кризиса 2008 года, когда во внешней торговле экспорт IT-отрасли превысил импорт. Превышение носит символический характер - 0.5%.
2018	5,5-13,6 с учетом официальной инфляции	Рост экспорта ПО и внутреннего потребления услуг отрасли во всех секторах экономики. Усиление протекционистских мер Правительства РФ в отношении закупок продуктов и услуг отрасли компаниями с участием государственного капитала.
2019	4-7 с учетом официальной инфляции	Незначительный рост экспорта. Усиление протекционистских мер правительства РФ в отношении насыщения аппаратных устройств с предустановленным российским ПО.
2020	8,9 – 9,1 с учетом официальной инфляции	Рост продаж ПК из-за фактора COVID. Значительный рост объема программ цифровизации корпораций, включая импортозамещение.

Таблица 1 – Рост IT-отрасли по объему инвестиций (суммарных трат)

Источник: составлено автором на основании отраслевых аналитических отчетов IDC, CNews, ВШЭ, РУССОФТ

Разброс цифр в таблице 1 связан с отличиями в методиках измерения различных экономических показателей и отличиях в определении объемов инвестиций. Ключевое влияние на определение динамики процесса оказывают:

- уровень инфляции в России;
- сравнение показателей динамики с точки зрения иностранных IT-компаний, российских IT-компаний и потребителей в России;
- курсовые колебания рубля к доллару США (USD).

Следует рассмотреть аналогичную динамику для мирового рынка IT-отрасли. Данные для Таблицы 2 получены из отчетов Gartner и IDC.

Год	Рост к предыдущему году (% , в USD)	Комментарии
2017	3,9	Основные инвестиции - это аппаратное обеспечение, корпоративное ПО и коммуникационные сервисы
2018	4,5	Основные инвестиции - аппаратное обеспечение, облачные технологии, искусственный интеллект
2019	3,2	Основные инвестиции (мировые траты) - информационные и интернет-сервисы, корпоративное ПО, мобильное аппаратное обеспечение, облачные технологии, искусственный интеллект
2020	Минус 2,2	Традиционный U-кризис для мировой IT-отрасли в период пандемии: от резкого падения к стабилизации и росту на фоне увеличения спроса к ИТ-услугам в пост-ковидной экономике

Таблица 2 – Рост IT-отрасли по объему инвестиций (суммарных трат) в Мире

Источник: составлено автором на основании отраслевых аналитических отчетов Gartner и IDC

Следует отметить, что рост российской IT-отрасли во многом связан с ростом экспортной составляющей [14]. Анализ НИУ ВШЭ показывает, что в 2018 г. экспорт услуг, связанных с ИКТ, из России вырос и составил около 5.3 млрд долл. США, или 8.1% общего объема экспорта услуг. Это сопоставимо, например, с объемом экспорта услуг всей строительной отрасли [18].

По сравнению с 2010 г. объем экспорта услуг ИТК вырос вдвое (в целом по услугам – в 1.4 раза), причем падение после введения санкций в 2015—2016 гг. было не слишком значительным (13%). Начиная с 2017 г. наметилась тенденция к росту показателя: в 2017 г. экспорт ИКТ-услуг повысился на 19%; в 2018 г. – на 13%.

Данные цифры и обстоятельства приводят к первому важному выводу в данной главе: успешное развитие российской отрасли информационных технологий и отдельных успешных российских IT-компаний сопряжено с необходимостью конкурентной борьбы на мировом уровне, где сосредоточены основные инвестиции в данные технологии. Более того, эта конкурентная борьба является альтернативным для экспорта сырья внешнеэкономическим драйвером развития экономики.

Таким образом, IT-отрасль является интенсивно растущей: ее удельный вес в структуре ВВП вырос в 1.5 раз с 2010 года, а экспорт соответствующих услуг за рубеж – в 1.4 раза [14]. Текущий удельный вес IT-отрасли в структуре ВВП страны позволяет считать ее статистически значимой – около 1%, что сопоставимо с такими отраслями как «деятельность гостиниц и предприятий общественного питания» или «деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений» [18].

Разработка программного обеспечения является наиболее быстро растущим сегментом в мировой IT отрасли, как с точки зрения инвестиций потребителей, выраженных в денежном выражении, так и с точки зрения создаваемых рабочих мест для высокообразованных специалистов.

Следует отметить, что в структуру данного сегмента входят следующие типы профессиональных услуг:

- дистрибуция готового «коробочного» ПО;
- услуги по инсталляции, системной интеграции, конфигурации ПО;

- разработка ПО (во всех вариантах и для любых типов заказчика);
- сопровождение эксплуатации готового ПО (включая модели подписки и «ПО, как сервис» – SaaS);

Разработка ПО обладает 70-летней историей самостоятельного развития в IT-отрасли, в течение которых перешла от статуса «эксклюзивных проектов» в статус индустрии, ответственной за жизнеобеспечение современной экономики и повседневной деятельности человека.

В 2022 году производство ПО – это триллионная по капитализации, высокотехнологичная отрасль, обладающая набором специфических особенностей как с точки зрения организации производства, так и с точки зрения типичного цикла развития компаний. Глубокое понимание таких особенностей при управлении развитием IT-компаний существенно влияет на успешность процесса. Более того, негативный опыт прихода в отрасль компаний из смежных областей и опыт команд, сформированных из специалистов недостаточной квалификации, демонстрирует, что часто такие команды оказываются не готовы к реальной конкурентной борьбе [19] даже на национальном уровне. Отрасль, в которой приток новых игроков является существенной конкурентной силой в модели Майкла Портера, одновременно является наиболее притягательной для размещения венчурных инвестиций во всем мире и до недавнего времени – также в России. Однако, высокий технологический, образовательный, а теперь и конкурентный уровень обрекают около половины вновь появившихся игроков на разорение или существенную модификацию первоначальных планов, несмотря на уже затраченные капитальные инвестиции. Более того, такие неудачи маскируются под «слияния», «переход в другие отрасли», «объединения в кластеры» [20].

Совокупность типичных экономических особенностей сектора разработки ПО приведена на следующем рисунке (рисунок 1):



Рисунок 1 – Экономические особенности сектора разработки ПО

При этом конкурентная борьба между программными компаниями проходит на фоне постоянного роста ожиданий потребителей от характеристик продуктов производства [21] – потребители уверены, что программные продукты должны постоянно становиться дешевле, качественнее, быстрее обновляться и предвосхищать будущие потребности. Такой рост ожиданий потребителей серьезно влияет на конкурентную борьбу на рынке, заставляет руководство IT-компаний постоянно увеличивать эффективность производственных процессов, повышать степень их автоматизации и снижать издержки.

Следует рассмотреть краткую экономическую характеристику сектора разработки программного обеспечения. Общий размер соответствующего рынка по суммарному объему продаж в России и за рубежом в 2018 году составил в рублях 989 млрд (около 16 млрд USD), рост по сравнению с 2017 годом составил 19% в рублях (и 10,6% в USD) [1]. При этом уровень экспорта и внутренний рынок примерно равны по объему в последние годы: на внутреннем рынке рост обеспечивается государственным заказом, на внешнем рынке – ростом присутствия российских программных продуктов на рынках Азии и Латинской Америки и ростом спроса на услуги по разработке ПО в России со стороны мировых корпораций на принципах аутсорсинга.

Также следует отметить, что российский рынок продолжает стадию уверенного роста уже 30 лет, иногда прерываясь в экономических кризисах 1992, 1998, 2015 гг.. Учитывая глобальные тенденции и существенное увеличение экспорта ПО и услуг по его разработке (вне зависимости от общей стагнации отечественной экономики с 2014 года), следует охарактеризовать сегмент, как растущий. Это обеспечивается, как постоянным расширением областей автоматизации, так и постоянным ростом количества вовлеченных в индустрию инженеров. В России сегодня насчитывается немногим более 1 млн разработчиков и аналитиков программного обеспечения, специалистов по базам данных и сетям. Их доля в общей численности занятых не превышает 1.2% [13].

С точки зрения динамики развития с уверенностью можно утверждать, что прирост в денежном выражении сегмента разработки ПО ускоряется к 2022 году. Следует отметить, что публикуемые данные ассоциации Руссофт, IDC, ВШЭ и Центробанк при всей несхожести методик оценки указывают: и внутренний рынок, и экспорт ПО за рубеж в виде услуг и готовых продуктов растут, составив в 2018 году от 11 до 18% в сравнении с 2017 годом. Это превышает аналогичный рост, зафиксированный в 2017 г (прирост 10—16% в сравнении с 2016 г) и в 2016 г (прирост 7—13% в сравнении с 2015 г). Вполне очевидно, что в современной российской экономике это самый быстрый значимый сегмент IT-отрасли по динамике развития даже с учетом влияния COVID-пандемии.

Отчет РУССОФТ за 2019 год указывает на сотни «российских» значимых компаний, занимающихся поставками программного обеспечения за рубеж. Этот отчет «округлил» размер экспорта сегмента в 10 млрд USD за 2018 год. Однако, это не точная экономическая оценка российского сегмента разработки ПО, а скорее, глобальная оценка вклада инженеров и их компаний, начинавших свою деятельность в России, в мировую экономику высоких технологий. Оценка Центробанка более сдержанная и составляет 3,5 млрд USD. В оценке Центробанка (при наличии других достаточных поводов для критики) используется экономический критерий налоговой юрисдикции и не учитываются компании «с русскими корнями», уже переместившие свои центральные офисы в США и Западную Европу. Существенная разница в цифрах демонстрирует явный тренд: значительное число глобально успешных компаний стремится покинуть российскую экономику если не физически, как например, Luxoft и Telegram, то на уровне юрисдикции и налогообложения. При этом российские органы регулирования в определенном объеме стимулируют IT-отрасль: существуют налоговые льготы, государственный и муниципальный заказ, региональные правительства субъектов федерации создают кластеры инновационных технологий, производств и опережающего развития. Данная тенденция еще раз подчеркивает, что с экономической точки зрения ни российская юрисдикция, ни локальный российский рынок не интересны успешным IT-компаниям, а значит, их развитие направлено на мировой рынок и должно происходить по его конкурентным законам.

Следует оценить сложность входа в отрасль для новых игроков: она постоянно возрастает. Хотя уровень инвестиций в основные средства минимален, однако капитальные затраты в ФОТ даже на стадии становления бизнеса достаточно велики. С точки зрения необходимого капитала для запуска компании предусматриваются капитальные затраты на создание

и реализацию программного продукта (или качественного уровня услуг по разработке ПО) с учётом необходимых технологий, документации, моделей качества и т. п. Еще больше денежных ресурсов следует зарезервировать в управлении сложными рисками, связанными с выпуском на рынок нового программного продукта, созданием конкурентоспособных каналов сбыта, организацией служб поддержки эксплуатации программного продукта. Реализация негативных последствий таких рисков связана с простоем значительной части инженеров, а их увольнение, как прием экономии, в свою очередь приводит к деградации производственных технологий и невозможности удержания качества и востребованности продукта на достаточном уровне конкурентоспособности.

Основная сложность при инвестициях начального этапа заключается в своевременном создании успешных команд, которые могут создавать и продавать востребованное программное обеспечение. При этом глобальный темп технологических изменений и скорость насыщения спроса довольно высокие – по мере снижения уровня сложности входа «в нишу» уровень конкуренции в ней быстро возрастает. Таким образом, у компании, выводящей новое ПО на рынок, есть относительно небольшое количество времени, чтобы создать успешный продукт, адаптировать его под наиболее успешных с коммерческой точки зрения потребителей и заказчиков и занять определенную долю рынка. Далее крупные мировые IT-корпорации создают аналогичные решения, еще сильнее увеличивая «нишевую» конкуренцию. Тем не менее, бурный рост отрасли показывает, что информационные технологии стали настолько существенной частью всей экономики, что создание ПО продолжает обладать очень высоким уровнем маржинальности, присущей инновационным сервисам и «интеллектуальным продуктам».

Например, типичное тиражируемое программное обеспечение распространяется среди новых клиентов с низкими переменными затратами. «Интеллектуальные продукты» не зависят от логистики, их адаптация для новых рынков требует умеренных инвестиций, инструменты маркетинга и продаж во многом виртуализированы, а значит переменные затраты, сопряженные с экспансией на новые рынки продаж, невелики. Таким образом, по уровню рентабельности данный сегмент можно охарактеризовать, как высокомаржинальный, что делает его максимально привлекательным для новых игроков, входящих в отрасль.

Следует отметить, что выход из отрасли максимально прост:

- основные убытки фиксируются по выплаченному ФОТ;
- невозвратные инвестиции в основном лежат в плоскости затрат на ФОТ (на разработку основного программного продукта), создание формализованных каналов сбыта и бренда компании. При этом они не требуют расходов на свое содержание после закрытия бизнеса;
- невозвратные инвестиции в форме затрат на основные фонды достаточно малы, и такие основные фонды (серверы, офисная техника, элементарная мебель) ликвидны на вторичном рынке;
- нанятые специалисты легко получают новую работу в других компаниях, трудовые конфликты при отсутствии текущих задолженностей по заработной плате происходят редко;
- финальный шаг по выходу из отрасли – это закрытие юридического лица в форме продажи другому собственнику. Юридическое лицо с соответствующими кодами ОКВЭД в подавляющем большинстве случаев «продается по цене уставного капитала».

С точки зрения конкурентного анализа с конца XX века крупные американские корпорации (IBM, Microsoft, Apple, Oracle) последовательно заняли доминирующие позиции в разработке системного ПО. Далее – по мере развития рынка – захватили все сегменты корпоративного ПО, а впоследствии наиболее востребованные ниши интернет-сервисов (Google, Yahoo). В XXI веке следующее поколение американских корпораций (Amazon, Netflix, LinkedIn, Salesforce) построили собственные сервисные эко-системы в автоматизации услуг для физических лиц и малого бизнеса.

Естественные языковые и юридические барьеры, а также невысокий уровень привлекательности постсоветского рынка позволили российским компаниям в конце прошлого века укрепить свои позиции на национальном рынке в наборе соответствующих ниш – национальных интернет-сервисов, систем управления предприятиями и т. п. Несмотря на постоянные слияния и поглощения, крушение некоторых американских корпораций и взлет китайских IT-компаний следует отметить, что влияние крупных американских, корейских, китайских IT-корпораций на глобальный рынок программного обеспечения и интернет-сервисов остается очень высоким. Более того, такие корпорации построили партнерские сети по всему миру, добиваясь на некоторых рынках почти монопольного положения. Также следует отметить роль индийских аутсорсинговых компаний (Tech Mahindra, WiPro и других) – прямых конкурентов российским компаниям, предлагающим услуги по разработке ПО «на заказ». В Индии при очень скромном внутреннем рынке автоматизации работает свыше 1 миллиона разработчиков, оказывающих услуги на экспорт.

При этом современный рынок разработки ПО характеризуется глубоким «нишевым дифференцированием». Только успешная специализация на автоматизации какого-то круга связанных функций или обладание обширным отраслевым опытом позволяет средним и малым компаниям получать высокомаржинальные проекты. Такие компании не могут победить в маркетинговой войне или в серьезном демпинге у транснациональных корпораций, но обладают сильным «нишевым» брендом.

Как метод конкурентной борьбы, крупные корпорации предпочитают покупать сильные «нишевые» компании, превращая их продукты в часть своей расширяющейся линейки. Такой подход за последние 30 лет позволил крупным корпорациям настолько нарастить свои возможности в области программных продуктов и сервисов, что позволяет оценивать конкурентную борьбу корпораций не в виде отдельных продуктов, а целых сервисных экосистем. Такие избыточные экосистемы обладают возможностями по комплексной автоматизации предприятия любого масштаба в традиционной экономике, предлагая по некоторым направлениям несколько решений на выбор и позволяя успешным предприятиям и холдингам из традиционной экономики построить многолетние перспективные планы по цифровой трансформации.

Высокая «нишевая» дифференциация рынка происходит не только в области готовых программных продуктов, но и в аутсорсинговых услугах по их разработке. Самые успешные российские софтверные компании (к 2018 году уже покинувшие Россию), как Luxoft и Eram – это компании, заработавшие свое имя и первые прибыли мирового уровня на аутсорсинговых проектах разработки ПО для крупных корпоративных заказчиков на счет обретения и удержания высокого уровня специализации в автоматизации соответствующих отраслей [3].

Высокая «нишевая» дифференциация в сегменте разработки ПО и виртуализация производственных процессов и конечного продукта серьезно влияют на степень выраженности экономии масштаба в производстве. С одной стороны, основные усилия и инвестиции относятся к начальным этапам создания продукта, с другой стороны, как было описано выше, готовый тиражируемый программный продукт не требует серьезных дополнительных затрат при массовом сбыте. При этом в России, как и в подавляющем количестве регионов в мире, наращивание мощности производства для достижения низких затрат затруднено:

- организация и наращивание команд разработки требует значительного времени для обретения специализации в предметной области;
- заметна нехватка квалифицированных специалистов, доступных на трудовом рынке в короткие сроки;
- очевиден высокий уровень неопределенности при запуске новых продуктов на рынке, а значит, неочевиден характер загрузки сотрудников – основного источника производственной мощности.

С другой стороны производство ПО – это сектор с наиболее высоким уровнем внутренней автоматизации, поэтому наращивание производственной мощности напрямую зависит от соответствующих технологий. Новые организационные и технологические методы и практики направлены на снижение времени выпуска релизов и улучшение уровня их качества, их применение всегда сопровождается внедрением новых средств автоматизации.

Конкурентный анализ сегмента разработки ПО следует выполнить в виде исследования конкурентных сил согласно модели Майкла Портера [5] с внесением дополнительной модификации. Модификация отраслевой модели М. Портера заключается в исключении влияния товаров-заменителей и замене данного типа конкурентных сил на риски, связанные с управлением своевременными изменениями в IT-бизнесе (рисунок 2).



Рисунок 2 – Модификация модели конкурентных сил М. Портера для технологичных отраслей и, в частности, для сегмента разработки ПО

Такая модификация классического отраслевого анализа связана со следующими обстоятельствами:

– С одной стороны отрасль защищена от появления продуктов-заменителей, и угроза их появления в ближайшие годы несущественна. Информатизация, автоматизация и цифровизация – это глобальные экономические тренды, реализуемые IT-отраслью, для таких трендов не существует товаров или услуг – заменителей. Любой ручной труд, бумажный документооборот или качественные оценки параметров бизнеса вместо цифр безнадежно устарели и экономически неэффективны.

– С другой стороны, сами продукты и услуги IT-отрасли развиваются стремительным образом, что обусловлено, прежде всего, острой и глобальной конкурентной борьбой между IT-компаниями. Безусловно, в 80-х персональные компьютеры заменили мини-ЭВМ, а современные ноутбуки, планшеты и моноблоки вытеснили с рынка традиционные персональные компьютеры. Однако, такая модернизация, связанная с введением новых моделей аппаратного обеспечения и версий программного обеспечения с точки зрения конкурентных сил М. Портера может быть отнесена к конкурентной борьбе внутри отрасли.

– Управление своевременными изменениями в IT-отрасли – это условия выживания на рынке, оно требует существенных ресурсов и сопряжено со значительными рисками. Подробно данный тезис проанализирован в следующем разделе данной главы.

Рыночная власть поставщиков в отрасли – это не только аппаратное обеспечение (АО) и средства телекоммуникаций, также следует учесть влияние производителей системного ПО, без которого невозможны прикладные разработки, системная интеграция и, в конечном итоге, процессы автоматизации. В течение десятилетий рыночная власть поставщиков снижается:

- с развитием мировой конкуренции АО подешевело в сотни раз при многократном росте производительности и отказоустойчивости;

- сотни независимых команд разработчиков-энтузиастов создали внушительное количество альтернативного и условно-бесплатного системного ПО;

- лидеры рынка в области системного ПО и сред разработки снизили (иногда до нуля) стоимость системного ПО для профессиональных разработчиков.

Основная тенденция снижения власти поставщиков приводит к повышению рентабельности данной отрасли, делает вход в отрасль для новых игроков более доступным.

Следует отметить, что в IT-отрасли появляются тысячи новых игроков в год. Несмотря на то, что лидирующие позиции известных американских корпораций не вызывают никаких сомнений, на постоянно растущем рынке открываются все новые и новые «ниши», в которые устремляются появляющиеся на рынке игроки. Часть таких компаний – это стартапы, создающие абсолютно новые IT-решения. Безусловно, такие игроки в значительной степени настроены на получение инвестиций и создание работающего продукта, вопросы технологичности производства или сбыта их интересуют во вторую очередь. Другая часть – это команды инженеров из традиционного бизнеса, чье руководство решило перенести положительный опыт внутренней автоматизации на внешний рынок. Такие «не IT-компании» в рамках данной главы нас интересуют еще меньше: как правило, они длительное время не в состоянии создать конкурентоспособный продукт, а их производственные, управленческие и маркетинговые процессы безнадежно проигрывают не только лидерам рынка, но и даже весьма средним IT-компаниям.

Новые игроки, как правило, разрабатывают новые «нишевые» продукты, развиваясь в согласии с тенденцией дифференцирования рынка разработки ПО. Рассмотрим типичный набор стадий, который проходят новые IT-продукты и услуги:

- понимание возможности и целесообразности автоматизации какой-либо деятельности человека;

- создание прототипа (R&D), опытная эксплуатация, формирование спроса;

- создание «рабочего продукта \ услуги» и оценка первых результатов эксплуатации;

- бурный рост спроса в случае положительных результатов эксплуатации;

- догоняющий рост предложения, включая продукты \ услуги от лидеров рынка, которые постоянно анализируют успешные автоматизации новых областей;

- значительное усложнение «рабочего продукта \ услуги», появление новых версий для различных типов потребителей у растущего количества поставщиков;

- стабилизация спроса и предложения, небольшое удешевление продукта \ услуги для массового потребителя;

- запредельное насыщение рынка предложениями от отстающих преследователей (иногда с помощью копирования или просто имитации продукта), необходимость создавать новые версии или даже новые продукты для удержания уровня оборота компании.

Приведенный набор стадий демонстрирует необходимость ранних и значительных капитальных вложений в новые продукты \ услуги в сочетании с высокими рисками того, что даже начальный спрос не будет сформирован или прототип и первые рабочие версии не удовлетворят потребителей. Однако, участники отрасли привыкли к данной парадигме, поэтому производители стремятся разделить эти риски с венчурными инвесторами, а потребители не испы-

тывают иллюзий по поводу качества прототипов и первых версий продукта. Поэтому несмотря на значительное число новых игроков в сегменте, приходящих каждый год, немногие из них способны инвестировать в развитие бизнеса значительное количество времени, адаптируя свой продукт под ожидания рынка.

Рыночная власть потребителей для данной отрасли неоднозначна. С одной стороны, для распространённых IT-услуг и продуктов давление корпоративных заказчиков довольно существенно: они ожидают постоянное улучшение качества услуг при снижении их стоимости для потребителей. Корпоративные заказчики (банки, сетевой ретейл, сотовые операторы и т.п.) действительно заставляют вендоров (производителей ПО) работать над качеством если не первых версий, то в течение длительного срока эксплуатации IT-продукта. Схожим образом физические лица, малый и средний бизнес осуществляют заметное давление на целые классы продуктов (услуг): бухгалтерское и консалтинговое ПО, доступ к Интернету, социальные сервисы и т. п.

С другой стороны, если речь идет об инновационном или лучшем в классе продукте, занимающим почти монопольное положение на рынке, то власть потребителя чрезвычайно мала. До появления и распространения конкурентных аналогов вендор всегда успешно продает продукт \ услугу на выгодных для себя условиях и с тем уровнем качества, который сам сочтет нужным предоставить.

Конкурентная борьба между IT-компаниями довольно сильно отличается по степени накала в зависимости от протяженности истории развития конкретного продукта: программного и аппаратного обеспечения, IT-услуги или интернет-сервиса. Игроки в IT-отрасли, как и другие представители «новой экономики», стремятся создавать «голубые океаны», автоматизировать новые области и создавать новые потребности у своих потребителей. Отраслевая конкурентная борьба может быть охарактеризована следующими аспектами:

- глобальный характер постоянно возрастающей конкурентной борьбы;
- чрезвычайное разнообразие технологий и устройств;
- значительное влияние факторов конкурентной борьбы на изменение стратегии и моделей развития бизнеса IT-компаний.

Информационные технологии проникают во все сферы жизни: автоматизация становится всеобъемлющей, на смену интерфейсу «человек-машина» приходит интерфейс «машина-машина». Сейчас сложно представить обыденные потребительские привычки, которые не были бы подвергнуты изменениям с помощью инновационных сервисов и технологий. При этом сотни российских учебных заведений выпускают на рынок тысячи инженеров, которые через несколько успешных лет карьеры находят свое место в ведущих IT-компаниях как внутри России, так и за ее пределами. В целом IT-рынок в мировом масштабе движется от эксклюзива (когда для избранных потребителей высококлассные специалисты создают уникальные решения) в сторону «идеального рынка» с огромным количеством производителей, которые создают продукты, опережая запросы и даже ожидания потребителей. Интересно, что развитые страны быстро приближаются к «идеальному» IT-рынку, а страны третьего мира до сих пор воспринимают данный сегмент экономики, как что-то эксклюзивное. Однако, не смотря на то, что рынок IT-продуктов постоянно растет, конкуренция в нем носит глобальный характер.

Кривая опыта в сегменте разработки ПО напрямую связана с формализацией производственных процессов, а не с их носителями – инженерами, аналитиками, руководителями проектов. Но во многом это связано с высоким уровнем текучести кадров и с низкой дисциплиной и стремлением к неоправданному с экономической точки зрения технологическим и управленческим экспериментам. Если компания, разрабатывающая ПО, не формализует производственные процессы, то кривая опыта несущественна, и наоборот, компании, формализовавшие процессы и построившие практики их регулярного обновления, улучшения и тотальной

автоматизации снижают издержки в производстве. Однако, высокая маржинальность данного сектора в целом ставит основной акцент на улучшении качества продуктов, а не экономии издержек. Это общая черта разработки ПО и других высокотехнологичных и интеллектуальных продуктов.

1.2 Основные тенденции развития мировой отрасли информационных технологий

Сегмент разработки ПО демонстрирует высокую динамику изменчивости: настолько высокую, что управление постоянными изменениями становится самостоятельной ценностью для IT-компаний и обеспечивает рост конкурентных преимуществ. Более того, как представлено на рисунке 2 – риски управления своевременными изменениями стали одной из отраслевых конкурентных сил. Следует отметить, что причин такой динамики довольно много: от значимых конкурентных сил вроде постоянного прихода новых игроков до специфических отраслевых особенностей вроде развития моделей венчурного инвестирования или моделей оценки стоимости IT-компаний. Например, так компания WhatsApp – производитель одноименного мессенджера – , была куплена в 2014 году за 19 млрд. долларов, при полном отсутствии дохода у WhatsApp. На рисунке 3 представлен неполный перечень существенных факторов, обуславливающих необходимость постоянного управления изменениями.



Рисунок 3 – Причины постоянных изменений в бизнесе для IT-компаний

Среди значительных причин следует также выделить влияние отраслевых тенденций: как глобальных, так и локальных – российских. Данные тенденции – это не просто «мода» на определенные организационные или технологические инновации, скорее тренды создаются из отдельных успешных практик, которые после успешной апробации в некотором количестве известных технологических компаний становятся неформализованными отраслевыми стандартами и типичным вариантом решения какой-то специфической проблемы. IT-отрасль, как будет показано в данной монографии, не только чрезвычайно восприимчива к инновациям, но и поддерживает высокую скорость их внедрения и масштабного улучшения.

Современная IT-отрасль – это настоящий мотор мировой экономики, это самая динамично развивающаяся и при этом экономически значимая отрасль, определяющая будущее высокотехнологичных промышленных предприятий. Трудовые отношения, модели конкурентной борьбы, организация и автоматизация процессов в IT-отрасли сегодня – это завтрашний день для «традиционных отраслей экономики». Рассмотрим основные тенденции в IT-отрасли в следующих аспектах:

- отражение в практике российских компаний, разрабатывающих ПО, мировых тенденций в организации производства, разработке и проектировании;
- влияние локальных российских тенденций, связанных с регулированием IT-отрасли;
- влияние пандемии COVID-19 на производственные и трудовые факторы в компаниях, разрабатывающих ПО.

Первые два аспекта были охвачены авторскими исследованиями 2017 г – 2019 г [22, 23, 24, 25], в которых был проанализирован новейший опыт около 150 инженеров из IT-компаний, представивших все федеральные округа России. Исследования проводились по схожей методике и интересны в данной монографии в разрезе следующих целей:

- определить востребованность современных мировых технологий, инструментов и паттернов в разработке программного обеспечения в практике российских IT-компаний;
- оценить уровень значимости локальных российских трендов (импортозамещение, защита данных и т.п.) в построении российской Цифровой Экономики.

Третий аспект стал основной целью исследований 2020—2021 гг и охватил опыт 46 проектных команд из крупнейших российских и мировых IT-корпораций и банков с «сильными практиками» внутренней разработки [26, 27].

В соответствии с данными целями следует выделить следующие результаты, полученные в приводимых исследованиях. С точки зрения востребованности современных мировых технологий, инструментов и паттернов в разработке ПО необходимо обозначить несколько областей, в которых производственные подходы меняются наиболее быстро:

- проектное управление;
- организация производственных процессов;
- управление качеством продуктов.

IT-отрасль к 2020 году в целом завершила переход к «гибким» производственным моделям [22, 24]. Не менее интересно оценить формализацию практик проектного управления в IT-компаниях (проектно-ориентированных организациях). Вне зависимости от того, как именно построена формализованная модель производства внутри проекта, централизованный и регулярный контроль хода каждого проекта разработки ПО должен влиять на успешность проектов и компании в целом. При этом организация Офиса управления проектами, лаборатории проектов, производственного центра управления, проектного офиса – это наиболее простой способ организации регулярного контроля проектов разработки ПО. Согласно [25] российские IT-компании к 2020 году продолжали наращивать централизацию проектного управления, но делали это без создания какого-то официального подразделения.

С точки зрения организационных процессов IT-отрасль развила идеи аутсорсинга, выведя их на уровень организации кросс-функциональных и географически распределенных команд. Такой подход означает, что разработкой одного информационного сервиса или программного продукта занимается команда, состоящая из сотрудников разных офисов. С одной стороны это позволяет существенно экономить фонд оплаты труда и использовать модели 24-часовой разработки ПО, с другой стороны заставляет изменить как коммуникации в команде, так и модели постановки (контроля) задач и совместной релизной работы [28].

Согласно [23, 25] около трети экспертов, указывают, что почти все проекты по разработке ПО выполняются географически распределенными командами, и около 90% экспертов указывают, что географические распределенные команды уже построены в их организациях.

Кроме географически распределенных команд следует выделить схожую тенденцию организации труда – это работа членов команд разработки вне офисов компании. В Мире все чаще инженеры команд разработки ПО работают вне офиса, что связано с новыми подходами в организации командной работы: экономией времени сотрудников на поездки в офис, предоставлением специальных преференций лучшим работникам, заботой об их семейном благополучии. Согласно [23, 25] более 66% экспертов указывают, что все больше членов проектных команд в разработке ПО работают вне офисов: частично это связано с упомянутыми новыми подходами, а частично – с использованием моделей фриланса и привлечения сотрудников с ограниченными физическими возможностями. Более того, COVID-фактор в 2020—2021 гг сделал эту тенденцию новым стандартом отрасли: авторское исследование [27] подтверждает: значительное количество ведущих мировых технологических корпораций в 2020 году не стремится вернуть сотрудников в офис, а поддерживает и развивает практики полностью удаленной работы команд, разрабатывающих ПО.

Современные коммуникационные технологии позволяют сделать такую форму организации труда наиболее эффективной. Так современные мобильные инструменты – мессенджеры, мобильные планировщики, групповые чаты – в мире стали основой совместной работы и постоянной коммуникации членов команд разработки ПО. Согласно [25] около 80% экспертов указывают, что часть рабочих коммуникаций проходит через мобильные каналы и инструменты, а значит такие коммуникации больше не привязаны к стационарным рабочим местам.

Очевидно, что начавшаяся перестройка экономики из-за влияния COVID-фактора в 2020—2021 гг уже сделала перечисленные выше тенденции еще более заметными и значимыми в IT-отрасли [26, 27].

Определение основных тенденций в области управления качеством программного обеспечения в отечественных компаниях связано со следующим набором характеристик:

- наличие формализованной тестовой модели, охватывающей проверку соответствия функциональным и нефункциональным требованиям, процессы валидации и верификации каждого релиза;
- использование комплексной проверки качества каждого релиза (юнит-тестирования, автоматизированного тестирования, интеграционного тестирования);
- создание и использование различных пред-промышленных сред (для различных типов тестирования, опытной эксплуатации и т.п.);
- наличие автоматических инструментов сборки, доставки и интеграции релизов ПО в такие среды.

Так наиболее трудозатратной и вместе с этим эффективной практикой в обеспечении стабильно высокого качества ПО является создание автоматических тестов, которые способны проверять в релизе работоспособность основного функционала. При этом наиболее распространенным уровнем в покрытии функционала авто-тестами является уровень 35—50%, т.к. именно на данном пределе затраченные усилия наиболее эффективны в долгосрочной перспективе. Немногим более половины экспертов указали, что значительный уровень (35—50%) покрытия автоматическими тестами функционала системы соответствует опыту их команд разработки ПО [22].

С другой стороны повышение качества ПО неотрывно связано с качеством кода и обслуживанием «технического долга» программного продукта. Наиболее сложной и вместе с этим прогрессивной практикой уменьшения технического долга и улучшения качества кода является рефакторинг [22]. Современный подход к рефакторингу заключается в его выполнении на регулярной основе без привязки к датам крупных релизов. При этом работы по рефакторингу кода могут быть как составной частью задач в итерации (в RUP-образных методологиях), так и отдельными задачами (в составе спринта в «гибких» методологиях). Востребованность

регулярного рефакторинга без привязки к датам крупных релизов в отечественной практике определена в следующей таблице.

Используется ли в Вашем опыте такая практика, как проведение рефакторинга на регулярной основе "по расписанию"?		
Вариант ответа:	Исследование [29] от 04-2017	Исследование [31] от 12-2019
Да, мы используем рефакторинг, как регулярную практику	27,8 %	19,1 %
Мы используем рефакторинг от случая к случаю	65,8 %	61,8 %
Мы не используем (почти не используем) рефакторинг кода	6,3 %	19,1 %

Таблица 3 – Востребованность регулярного рефакторинга «по расписанию»

Из таблицы 3 следует, что в производственных процессах в российских командах остается значительный потенциал для совершенствования практик управления качеством кода и техническим долгом с помощью рефакторинга кода, в том числе на регулярной основе.

Непрерывная поставка и интеграция (CI/CD), как часть DevOps-подхода, стремится занять доминирующее положение в мире, став наиболее востребованной практикой обеспечения высокого качества сборки и поставки программных продуктов [24]. Сборочные конвейеры и интегрированные инструменты управления версионностью являются конкурентными преимуществами в производстве ПО, обеспечивая существенную экономию ресурсов и повышая все ключевые показатели продукта: качество сборки финальных билдов, доступность инструментов тестирования и верификации, время доставки новых версий до потребителей и т. п. Авторские исследования показывают стремительный рост востребованности непрерывной поставки и интеграции в практике российских компаний, разрабатывающих ПО. Согласно [24] более 75% экспертов отметили широкое распространение как DevOps подхода, так, в частности, непрерывной поставки и интеграции. При этом российские команды используют наиболее распространенные программные продукты, автоматизирующие данные процессы. Около 90% экспертов отмечают необходимость использования инструмента GIT для хранения версионности систем и около 70% экспертов отмечают рост популярности Docker для контейнеризации в процессах непрерывной поставки, обновления и интеграции. Примечательно, что оба данных инструмента обладают бесплатными версиями, что в сочетании с высоким качеством продуктов способствует росту их востребованности.

Данные результаты исследований показывают самую высокую степень открытости российской отрасли информационных технологий и, в частности, сегмента разработки ПО к заимствованию инноваций – как на уровне концепций и подходов, так и на уровне неформализованных стандартов и практических инструментов. Еще более значительным представляется влияние тенденций в области разработки ПО на процессы цифровизации всей экономики. В современном мире такая цифровая трансформация сопряжена с целым набором современных кластеров технологий, понимание их актуальности в практике IT-отрасли позволяет судить о том, насколько быстро эти технологии перейдут для отраслей экономики из статуса «тем научных конференций» в статус «проекты автоматизации». Своевременное включение инновационных технологий и программных продуктов в проекты автоматизации предприятий происходит на нескольких уровнях:

- управление инновациями на уровне предприятия, включая цифровую трансформацию;
- технологические инициативы на уровне функции (производственной, сбытовой, маркетинга и т.д.);

– утилитарные технологические обновления и переходы на новые версии сервисного ПО.

В упомянутом исследовании [25] была проанализирована востребованность современных кластеров технологий в отечественной практике автоматизации. К таким кластерам относятся использование интернета вещей и биометрии, использование искусственного интеллекта и машинного обучения. Отдельного внимания заслуживают мобильные технологии из-за лавинообразного роста их востребованности в различных проектах автоматизации.

«Промышленная революция 4.0» подразумевает широкое развитие искусственного интеллекта (ИИ), нейронных сетей, машинного обучения и интернета вещей (IoT). Однако, в 2021 году практические примеры реализации технологий в проектах автоматизации довольно часто носят ограниченный характер. Так только около трети российских экспертов отметили элементы интернета вещей в реальных проектах автоматизации. Между тем IoT должна стать базовой технологией в цифровой трансформации Промышленности и во многом заменяет взаимодействие «человек-машина» на интерфейсы «машина-машина», позволяя автоматическим экспертным системам выполнять контролирующие воздействия различного уровня сложности. Современные экспертные системы широко используют искусственный интеллект (ИИ), нейронные сети и соответствующее машинное обучение. Исследование [25] определило, что около 50% экспертов отметили рост реального использования данных технологий в проектах автоматизации, а не только в маркетинге и описании перспективных планов развития бизнеса. Данные технологии продолжают развиваться и все более востребованы в практике отечественных IT-проектов. Одним из практических примеров ИИ и нейросетей является система коммуникаций, построенная на интеллектуальных ботах: от Siri (Apple) и Алисы (Яндекс) до сложных экспертных систем в здравоохранении, ремонтах, комплектации технологических процессов. В России разработка ботов для общения с конечными пользователями также является доминирующим трендом: около 65% экспертов отметили рост востребованности разработки ботов для общения с конечными пользователями для определенного типа систем.

Мобильное программное обеспечение уже более восьми лет переживает лавинообразный рост популярности в промышленности. Интересными прикладными вариантами использования являются:

- контроль технологических, логистических и сбытовых процессов;
- техническое обслуживание: диагностика и ремонты;
- испытания продукции, нуждающейся в анализе в реальном времени;
- повышение мобильности сотрудников при повседневном использовании корпоративных информационных систем.

Так компания «Газпром Нефть» не только обладает собственным подразделением мобильной разработки, но и внедрила мобильные приложения в процессы обслуживание клиентов АЗС, программы лояльности и даже конкурсные закупки. Аналогичные проекты есть у Роснефти, Лукойла, Башнефти.

Новолипецкий металлургический комбинат (НЛМК) распространил область мобильной автоматизации не только на внутренние процессы для сотрудников (ведение отпусков, персональных данных, зарплатных листов), но и на обеспечение средствами индивидуальной защиты и мониторинг опасных техногенных ситуаций на производстве.

Корпорация «Норильский Никель» также активно использует мобильное программное обеспечение: от создания мобильных рабочих мест на производстве и взаимодействия с вахтовыми сотрудниками до организации электронного документооборота в значительном количестве бизнес-процессов.

Эти технологические инновации в автоматизации уже свершились, однако на уровне каждого проекта остаются актуальными вопросы реализации мобильного ПО. Как и в любом другом технологическом тренде за хаотическим ростом популярности идет этап унификации и специализации. В мире мобильного программного обеспечения выявлены очевидные тен-

денции в унификации подходов к разработке. Это, например, избегание параллельной «дублирующей» разработки одного и того же приложения для разных мобильных операционных систем. Это может быть реализовано одним из следующих способов:

- использование одного общего технологического фреймворка (среды разработки), позволяющего частично или полностью адаптировать приложение под разные мобильные операционные системы;

- вместо нативной разработки создавать приложения, работающие в любом браузере в каждой операционной системе (progressive web apps).

Согласно [23] почти половина экспертов из авторских исследований отметила, что возрастает популярность разработки приложений для iOS и Android в одном фреймворке (среде разработки, как Flutter или Xamarin). Конечно, такая разработка незначительно ограничивает функциональные возможности получаемых продуктов.

И около 25% экспертов отмечают рост востребованности создания мобильных приложений, работающих в мобильном браузере (PWA – progressive web apps). PWA в отличие от нативных приложений позволяет преодолеть все различия операционных систем на уровне браузера, при этом для конечного потребителя такое приложение выглядит вполне достойно.

Результаты исследований показывают, что в перспективе ближайших лет сохранится сосуществование «дублирующей» разработки мобильного ПО для различных операционных систем смартфонов. Однако, при росте популярности и технического удобства обобщающих фреймворков (прежде всего, Flutter) производственные, а значит и управленческие модели в проектах мобильной разработки ПО претерпят существенные изменения: повысится кросс-функциональность инженеров, произойдет убыстрение разработки и тестирования мобильных приложений, а значит, проекты автоматизации станут более успешными.

Таким образом, следует отметить, что все современные кластеры технологий, популярные в рамках концепции «Индустрии 4.0» только обретают свое место в проектах автоматизации в России.

Не менее важным представляется оценка характера влияния регулирующих трендов в IT-отрасли на развитие Цифровой Экономики. В уже упомянутых исследованиях были рассмотрены следующие тенденции, связанные с действиями национальных регуляторов [29, 30]:

- импортозамещение ПО и рост значимости государственного заказа в отрасли информационных технологий;

- информационная безопасность, в т.ч. обращение с бизнес-значимыми и персональными данными.

Летом 2019 года «Цифровая экономика Российской Федерации» была формализована, как одна из программ Правительства России в рамках реализации Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». В своих целях данная программа подчеркивала «преобразование приоритетных отраслей экономики и социальной сферы, включая здравоохранение, образование, промышленность, сельское хозяйство, строительство, городское хозяйство, транспортную и энергетическую инфраструктуру, финансовые услуги, посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений» [31]. А среди практических задач выделяла импортозамещение программного обеспечения и построение цифрового суверенитета, т.е. радикальное снижение зависимости российской экономики и государственных функций от иностранных информационных технологий.

Импортозамещение в области программного обеспечения, как метод регулирования российского рынка информационных технологий, был юридически закреплен еще 01.02.2015 в соответствующем приказе Минкомсвязи России №96 [32]. Он, по сути, предопределил государственную политику поддержки российского ПО из специального создаваемого реестра по трем направлениям:

- корпоративное программное обеспечение с возможностями международной конкурентной борьбы на локальном российском рынке;
- перспективное корпоративное программное обеспечение без существенных конкурентных возможностей на российском рынке;
- специфическое «нишевое» программное обеспечение.

Сегмент рынка корпоративного программного обеспечения, в котором уже есть резерв конкурентоспособности отечественных разработок на местном рынке, можно описать несколькими примерами: антивирусное программное обеспечение (например, Kaspersky), браузеры (например, Яндекс), бизнес-приложения (например, 1С: Предприятие или Terrasoft CRM). Несомненно, эти программные продукты могут быть конкурентными в своих прикладных областях, и даже без помощи правительства их поставщики имеют значительные доли на рынке СНГ. Подход государства в этом направлении заключается в предоставлении преференций при осуществлении государственных закупок.

Следующее направление – это сегмент рынка корпоративного программного обеспечения, в котором нет резерва конкурентоспособности для отечественных разработок. Однако решения такого типа являются перспективными и инновационными, они будут играть важную роль в цифровой трансформации всех отраслей экономики в течение следующего десятилетия. Более того, программное обеспечение данного типа станет базовым (системным) при создании новых программных продуктов в будущем. Примеры: мобильные операционные системы, инструменты для управления «облачной инфраструктурой», современные системы управления базами данных (СУБД). Официальный государственный подход в этом направлении – содействие коллективной разработке такого программного обеспечения, в том числе с использованием компонентов с открытым программным кодом. Следует отметить, что наиболее логичным вариантом создания отечественных программных продуктов в этом направлении является использование уже готовых технологий с открытым исходным кодом (open source).

Третье направление имеет небольшую долю на текущем рынке информационных технологий и огромный потенциал: такой тип программного обеспечения тесно связан со спецификой прикладной отрасли. Такие системы призваны обеспечить развитие здравоохранения, топливно-энергетического комплекса, финансового сектора, транспорта и т. д. Подход государства носит характер формальной декларации – совместное взаимодействие производителей ПО с профильными министерствами и ведомствами.

Из [30] следует, что к концу 2019 года лишь 10% экспертов отмечают, что импортозамещение системного программного обеспечения и базовых технологий активно происходит в различных секторах отечественной экономики. При этом в 2017 году доля экспертов с таким мнением не превышала 2% [33]. К такому системному ПО и базовым технологиям относятся операционные системы, среды разработки ПО, шины данных, полнофункциональные системы управления файлами и потоками данных, системы низкоуровневого взаимодействия аппаратного обеспечения различного типа и т. п.

В области прикладного программного обеспечения позиции российских поставщиков выглядят значительно сильнее, а значит, следует предположить, что импортозамещение данного типа идет активнее. Более того, значительная часть такого программного обеспечения де-факто обладает существенной рыночной долей, а значит, их конкурсные позиции подкрепляются реальной эксплуатацией в российских условиях и наращиванием экспертизы поставщиков в соответствующих областях в течение многих лет. Государственные программы поддержки импортозамещения также теоретически должны были оказать существенное влияние, сделав эту тенденцию заметной не только в государственных и муниципальных структурах, но в коммерческих компаниях. В следующей таблице приведены мнения экспертов:

Отмечаете ли вы в России реальные процессы импортозамещения прикладного программного обеспечения (СУБД, CRM, ERP) в различных секторах экономики?		
Вариант ответа:	Исследование [33] от 04-2017	Исследование [34] от 12-2019
Импортозамещение прикладного программного обеспечения происходит активно	17,7 %	11,8 %
Импортозамещение прикладного программного обеспечения практически незаметно	60,8 %	70,6 %
Затруднился ответить	21,5 %	17,6 %

Таблица 4 – Импортозамещение в прикладном программном обеспечении

Результаты исследований показали, что эксперты в 2019 году не отмечают значительного роста импортозамещения ни системного, ни прикладного программного обеспечения. Это еще раз подчеркивает, что данная тенденция остается малозаметной в мире коммерческой разработки ПО в масштабах всей страны.

И, напротив, в крупных государственных финансовых и технологических корпорациях с 2020 года темпы импортозамещения ускоряются. Идет быстрая (если не сказать экстренная) замена ключевых систем (например, АБС в госбанках – Сбер, ВТБ, Газпромбанк), что вызывает справедливую критику российских экспертов. Довольно часто российские аналоги не отвечают современным требованиям рынка и нефункциональным требованиям бизнеса в области масштабирования и нагрузки, что в своем роде «компенсируется» хорошими свойствами информационной безопасности ИТ-решений и безропотным голосованием «представителей государства» в советах директоров. Нужно ли говорить, что такие «директора» не только мало что понимают в ИТ-решениях, но и в самом бизнесе корпораций, куда были назначены органами власти РФ.

Компоненты программного обеспечения «с открытым программным кодом» (open source) часто становятся основой для российских аналогов иностранных программных продуктов. Однако, есть еще целый ряд причин для их использования – от экономии трудозатрат до интеграции новых технологий в свои решения. Использование open source решений многократно декларировалось, как удачный способ быстрого импортозамещения в области ПО в России. Согласно [30] в целом динамика положительная: все больше экспертов отмечают повышение значимости open source технологий в импортозамещении: в 2017 году – около 14%, в 2019 году – почти 30%. Однако, значительное большинство экспертов все же связывает рост востребованности данных компонент и технологий с другими причинами: так ответили в 2017 году – более 49%, в 2019 году – около 45% экспертов. К «другим причинам» относятся: снижение издержек в разработке «проприетарных решений», импорт технологий в собственные проекты, частичная стандартизация типовых решений в ПО и т. д.

Общая экономическая рецессия последних лет, уход с российского рынка иностранных венчурных инвесторов и рост государственных инвестиций в отрасль информационных технологий, в том числе в рамках национальных проектов, должны были оказать влияние на стандарты разработки ПО. Поэтому логично предположить, что государственные отраслевые стандарты (ГОСТ) с ростом доли федерального и муниципального рынков в сегменте разработки ПО стали более востребованными. Согласно [30] более 70% экспертов не отмечают, что в практике российских команд возрастает внимание к официальным государственным отраслевым стандартам (например, ГОСТ) и применению данных стандартов в разработке ПО. Таким образом, отрыв декларируемых государственных стандартов от реальной практики проектов разра-

ботки ПО остается заметным, и рост доли государственных и муниципальных заказов не оказывает существенного влияния в данном вопросе.

Построение Цифровой Экономики неотрывно связано с получением цифрового суверенитета, т.е. возможности функционирования отраслей и государственных услуг при минимальной зависимости от импортируемых информационных технологий. Опыт Ирана, Кубы и Северной Кореи демонстрирует: развитие экономики в XXI веке буквально останавливается, если импорт на неразвитый внутренний рынок информационных технологий затруднен, и технологии не производятся локально.

Цифровой суверенитет тесно связан с технологиями информационной безопасности, управлением персональными и бизнес-значимыми данными. Так один из базовых процессов в обеспечении информационной безопасности и создании корпоративных информационных систем – аутентификация – находится в мировой экономике в процессе серьезного изменения. Классическая многофакторная аутентификация подразумевает прохождение нескольких проверок, в том числе с учетом:

- фактора «я знаю» – например, логин и пароль;
- фактора «у меня есть» – например, аппаратный ключ, чип-карта и т. п.

В современных проектах автоматизации в дополнение к фактору «я знаю» и на смену аппаратных ключей приходит биометрия – звук голоса, трехмерная фотография, рисунок вен руки, специальное фото роговицы глаза. Из [25] следует, что биометрия еще не обрела должного уровня проникновения в процессы автоматизации: только 30% экспертов отмечали рост практических проектов автоматизации, в которых биометрия использовалась как средство идентификации, аутентификации и авторизации в России. Для остальных экспертов биометрия остается объектом мировых новостей и не представлена в практической плоскости в их регионах России. Однако, в данном направлении есть существенное пространство для роста. К тому же стоимость таких систем значительно снизилась к 2021 году, что позволяет ожидать бурный рост востребованности данной технологии в экономике.

Еще один важнейший вопрос в области регулирования отрасли информационных технологий и построения цифрового суверенитета – это защита персональных данных граждан РФ и регулирование утечек бизнес-данных. История данного вопроса начинается с Федерального закона №152 «О Персональных Данных», вступившего в силу в 2006 году [35]. Внедряемые дополнения и изменения в 2007 и 2010 гг последовательно повышали уровень ответственности операторов данных, увеличивая административные и юридические меры наказания. Более того, практическое применение мер ответственности к операторам данных, разработчикам информационных систем и посредникам стали серьезным риском в ведении программного бизнеса к 2010—2011 гг. Следующим этапом стали ужесточающие поправки, принятые в 2015 году, они обязали операторов перевести хранение персональных данных на физические носители, расположенные в пределах страны [36]. В проектах «Цифровой Экономики» данный вопрос является составной частью обеспечения цифрового суверенитета – еще одной декларируемой цели в программных документах.

Логично предположить, что с ужесточением законодательства хранение персональных данных стало значимым риском в разработке ПО, требующим дополнительных затрат ресурсов. Также следует предположить, что заказчики информационных систем также уделяют данному вопросу повышенное внимание, усложняя собственные требования и управляя соответствующими рисками. Исследования подтверждают данное предположение (Таблица 5): затраты на соответствие регулятивным нормам растут. Таким образом, к 2021 году российское регулирование в области хранения и обработки персональных данных получило значительный отклик в реальных усилиях команд в отрасли. Требования к программному обеспечению становятся более жесткими, требуемое внимание команд разработки на их соблюдение возрастает, что

потенциально может стать новым конкурентным преимуществом, на самом деле расширяя понятие «информационная безопасность».

Ужесточение российского законодательства в области сбора и хранения персональных данных приводит к дополнительным требованиям, а значит к затратам ресурсов и внимания к этому вопросу. Отмечаете ли вы дополнительное внимание, затраты, сложность требований к сбору и хранению персональных данных в информационных системах?		
Вариант ответа:	Исследование [33] от 04-2017	Исследование [34] от 12-2019
Да, требования становятся все более жесткими, затраты растут	35,4 %	50,0 %
Да, но незначительно (вроде галочки на экране)	34,2 %	29,4 %
Не отмечаю такой тенденции в своем регионе	12,7 %	8,4 %
Затруднился ответить	17,7 %	12,2 %

Таблица 5 – Рост внимания и затрат при обработке персональных данных

Еще одна актуальная проблема в обеспечении цифрового суверенитета – это регулирование утечек бизнес-данных. Утечки бизнес-данных сопровождают все экономики в мире, частым явлением они стали и для России. Несмотря на соответствующие статьи Уголовного Кодекса и многочисленные административные судебные дела исследование [30] показывает, что почти половина экспертов не отмечает усложнение требований заказчика и рост дополнительных усилий команд разработчиков по обеспечению защиты информационных систем от утечек данных за последние 2—3 года. С одной стороны это означает, что информационная безопасность на уровне программного обеспечения уже достигла высокого уровня, но может быть повышена на других уровнях – уровне физических носителей, бизнес-процессов, корпоративной дисциплины. С другой стороны, возможно в данном вопросе необходимо повышение гражданской и юридической ответственности руководителей сервисов и учреждений, хранящих данные, а главное – неминувность наказания для лиц, допускающих соответствующие утечки.

Также описываемые исследования показали существенное расхождение между практикой и опытом экспертов, непосредственно разрабатывающих ПО, и некоторыми целевыми декларациями от чиновников и национальных регуляторов. Так, импортозамещение системного ПО, базовых технологий, прикладного ПО и бизнес-приложений не вышло за рамки официальных государственных и муниципальных конкурсов, лихорадочных и точечных замен в государственных корпорациях. Это означает, что предпринимаемые методы реализации импортозамещения программного обеспечения нуждаются в повышении эффективности, а сам процесс должен быть более открытым и публичным. Данные изменения также косвенно могут быть направлены на снижение критики, связанной с непрозрачными процедурами конкурсов в государственном заказе. Процессы импортозамещения и рост доли государственных и муниципальных заказов, поддерживаемые в национальном проекте «Цифровая Экономика», не повлияли на воспринимаемую значимость государственных стандартов в области разработки ПО среди экспертов, принявших участие в исследованиях. Вместе с этим они отмечают рост востребованности компонент и технологий с открытым исходным кодом – open source. Однако, значительная часть экспертов не связывает эту тенденцию с импортозамещением в области программного обеспечения. С другой стороны данные исследования подтверждают возрастающее регулятивное воздействие, направленное на защиту цифрового суверенитета. Так управление персональными данными стало серьезным риском в разработке ПО, эксперты

отмечают существенный рост затрат команд разработок в данном направлении. К сожалению, утечки данных, став серьезной проблемой в цифровых экономиках по всему миру, не нашли отражения в росте требований заказчиков к ПО (и увеличении соответствующих усилий инженеров).

В завершение данного раздела следует отметить, что IT-отрасль оказывает сложное и многостороннее влияние на все экономические отрасли. Информационные технологии и программные продукты участвуют в цифровой трансформации отраслей экономики и развитии конкурентных возможностей промышленных предприятий. При этом опыт и динамика развития самой IT-отрасли могут стать показательными для развития отраслей промышленности: как с точки зрения открытости к инновациям и влиянию мировых тенденций, так и с точки зрения реагирования на некавалифицированное государственное регулирование. Более того, в России следует прогнозировать дальнейшее размывание четких границ между IT-компаниями, специализирующимися на промышленной автоматизации, и промышленными предприятиями, выпускающими наукоемкую продукцию в виде программно-аппаратных комплексов. Аналогичные процессы сегодня наблюдаются в мировых корпорациях: Schneider Electric, Siemens, Samsung, Honeywell и других. Машиностроительные и электротехнические компании создали настолько «мощные» IT-подразделения, выпускающие прикладные решения (аппаратно-программные комплексы, информационные сервисы, роботов, коммуникационные устройства и т.д.), что не только полностью автоматизировали свои производственные процессы на всех стадиях, но и активно автоматизируют других промышленных «гигантов» по всему миру. Следует отметить схожий опыт «Норильского никеля» и «Росатома», активно развивающих перспективные технологии в своих IT-подразделениях и дочерних компаниях. Эти усилия направлены на удовлетворение общего рыночного спроса в будущем для перспективных технологий: блокчейн (как распределенный реестр хранения данных), искусственный интеллект, обработка больших массивов данных – Big Data.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.