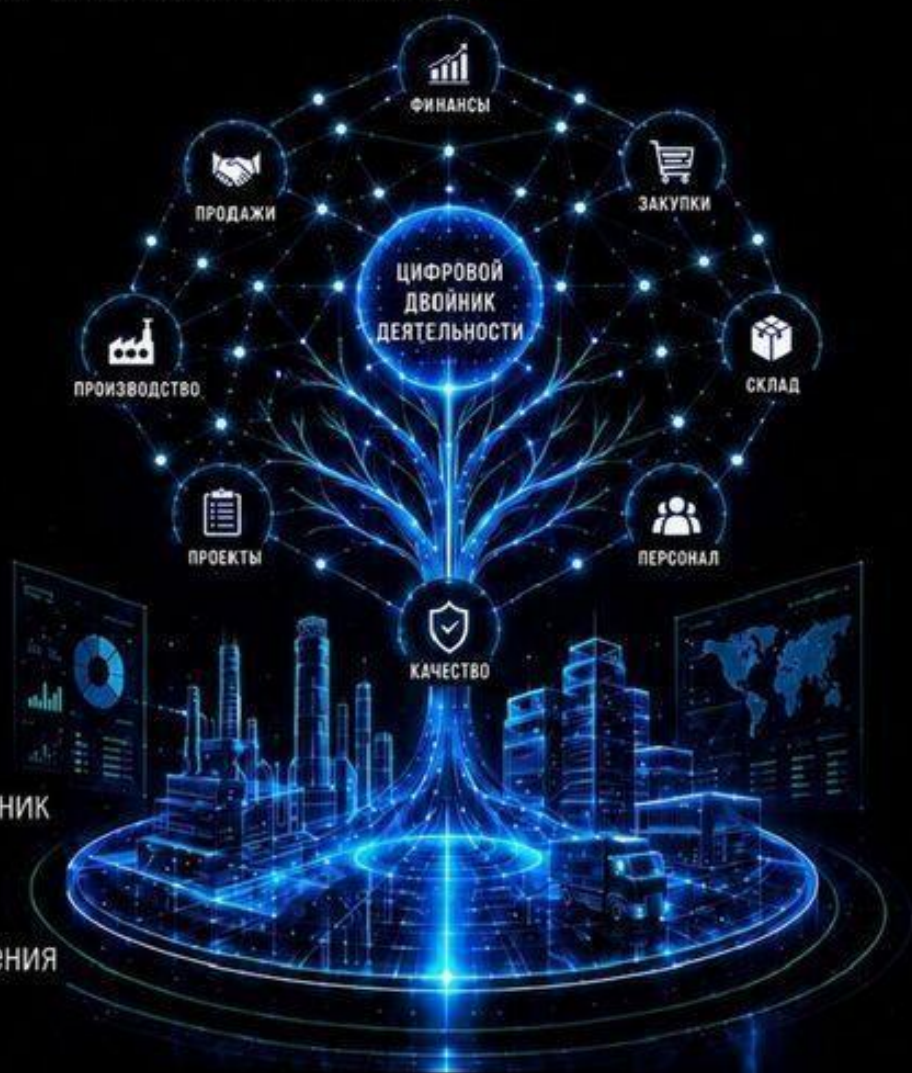


12+

Кирилл Ледовский

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

Цифровой двойник деятельности,
граф знаний и человеко-машинный контур



Цифровой двойник

Граф знаний

Контур управления

Том I • серия корпоративных изданий «Электронная фабрика»

Кирилл Ледовский

**Цифровая трансформация
в интеллектуальное предприятие**

«Издательские решения»

Ледовский К.

Цифровая трансформация в интеллектуальное предприятие /
К. Ледовский — «Издательские решения»,

Книга открывает серию «Электронная фабрика» и рассматривает цифровую трансформацию не как закупку отдельных систем, а как движение к интеллектуальному предприятию: связанной модели деятельности, в которой процессы, данные, документы, роли, показатели, риски, решения и ответственность соединены через цифровой двойник деятельности, граф знаний и человеко-машинный контур управления.

Содержание

Цифровая трансформация в интеллектуальное предприятие	6
Пролог. Письмо, после которого стало ясно: рынок изменился	7
Аннотация	9
Место первого тома в серии	12
Как читать эту книгу	13
Введение. Почему появилась эта книга	14
Часть I. От цифровизации к иницилирующему ядру интеллектуального предприятия	16
Глава 1. Где ваша методология перехода к интеллектуальному предприятию?	17
Глава 2. Почему ERP, MES, PLM, регламенты и BPM/BPA-модели уже недостаточны	21
Конец ознакомительного фрагмента.	22

Цифровая трансформация в интеллектуальное предприятие

Кирилл Ледовский

© Кирилл Ледовский, 2026

ISBN 978-5-0070-7622-7

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Ледовский К.

УДК 004.418:005.7

ББК 65.291.21с51

ЛЗ9 Кирилл Ледовский

Цифровая трансформация в интеллектуальное предприятие

Серия «Электронная фабрика». Первый том
Единая редакция v07. — 2026. — ил.

Книга открывает серию «Электронная фабрика» и рассматривает цифровую трансформацию не как закупку отдельных систем, а как движение к интеллектуальному предприятию: связанной модели деятельности, в которой процессы, данные, документы, роли, показатели, риски, решения и ответственность соединены через цифровой двойник деятельности, граф знаний и человеко-машинный контур управления.

В центре книги — вопрос, что должно остаться после цифрового проекта. Автор показывает, почему ERP, MES, PLM, CMK, BI, электронный документооборот, BPM/BPA-модели, RPA и языковые модели полезны, но недостаточны без иницилирующего ядра, цифровой нити, проверяемых источников и управляемого обновления модели.

Издание адресовано собственникам, генеральным директорам, руководителям проектов, финансовым и ИТ-директорам, бизнес-архитекторам, ERP-методологам и специалистам, которым требуется практическая рамка перехода от обычной цифровизации к интеллектуализации предприятия.

© Кирилл Ледовский

Пролог. Письмо, после которого стало ясно: рынок изменился

Формально рабочий день уже закончился. Машина идёт домой, город за окном темнеет, телефон лежит рядом, но предприятие не отпускает. В голове остаются сроки, поставки, деньги, люди, один незакрытый вопрос по производству, один разговор с финансами и старое ощущение, что сегодня опять слишком многое пришлось удерживать лично.

Так выглядит обычный вечер руководителя среднего предприятия. Совещания прошли, срочные вопросы закрыты, часть решений отложена на завтра. Где-то пришлось ускорить, где-то смягчить конфликт, где-то взять ответственность на себя. Ничего исключительного. Просто ещё один день, в котором предприятие работало потому, что несколько людей постоянно связывали его разрозненные части.

И в этот момент приходит письмо. Формально — обычное коммерческое предложение от крупной компании. Не срочное уведомление, не претензия, не письмо от давнего партнёра. Тема обычная, вложение обычное, тон спокойный. Но после первых абзацев становится ясно: в этом ответе есть то, чего не хватает многим привычным деловым письмам.

Письмо не выглядит как текст одного менеджера, которому быстро помогла языковая модель. Оно выглядит как позиция предприятия. Сроки названы. Ограничения обозначены. Условия сформулированы. Риски не спрятаны. Варианты исполнения даны так, будто внутри компании уже прошли маршрут от клиента к производству, от производства к снабжению, от снабжения к финансам, от финансов к договорным условиям и обратно к коммерческому ответу.

Руководитель хорошо знает цену такому ответу. В его предприятии он обычно не появляется за один проход. Сначала коммерция готовит черновик. Потом производство осторожно отвечает, что нужно смотреть загрузку, материалы, людей и оснастку. Потом подключается склад: часть есть, часть зарезервирована, часть нужно проверить. Потом финансы говорят о предоплате, лимитах, задолженности и марже. Потом юристы уточняют договорные формулировки. Потом всё возвращается обратно и собирается в письмо, которое ещё надо перечитать, согласовать и не потерять по дороге.

Если вопрос сложный, подготовка позиции может занять несколько дней. Если есть государственный заказчик, длинный контур согласования, сложное изделие или обязательство с риском штрафа, срок легко растягивается ещё сильнее. Вроде бы все работают правильно. Каждый отдел защищает свою часть правды. Но внешний мир видит не эту внутреннюю работу, а скорость и точность ответа.

Именно поэтому такое письмо заставляет остановиться. Оно показывает новую норму: на рынке появляются компании, которые умеют быстрее собирать себя в позицию. Они отвечают не просто быстрее. Они отвечают так, что в ответе чувствуется связь между сроком, ресурсом, договором, деньгами, риском и ответственностью.

Можно было бы сказать, что они просто используют искусственный интеллект. Но это слишком простое объяснение. Языковая модель может помочь написать письмо, оформить протокол, подготовить черновик, сделать текст яснее. Но она сама по себе не знает, какие материалы действительно доступны, какие мощности заняты, какие остатки зарезервированы, какой срок реален, какие договорные ограничения допустимы и где решение должен принять человек.

Если за быстрым письмом нет проверяемой памяти предприятия, быстрый текст становится риском. Он может уверенно пообещать то, что производство не выполнит. Может аккуратно объяснить то, что не подтверждено источником. Может сделать ответ плотным, но не

сделать позицию истинной. Поэтому новый деловой ответ ценен не скоростью формулировки, а скоростью сборки предприятия вокруг факта, ограничения и решения.

Здесь возникает главный вопрос первого тома: что должно быть собрано внутри предприятия, чтобы оно могло так отвечать? Не какой сервис был подключён. Не какая модель помогла написать текст. Не кто нажал кнопку отправки. Всё это вторично. Главный вопрос — какая внутренняя модель позволяет предприятию быстро связать клиента, производство, снабжение, склад, финансы, качество, договорные условия, риск и управленческое решение.

Для генерального директора этот вопрос имеет практическую цену. Его внимание дорого. Он не может бесконечно быть последним ручным переводчиком между службами. Он не может каждый раз заново вытаскивать из предприятия его фактическое состояние. Он не может лично удерживать все версии сроков, остатков, обязательств, договорных ограничений, претензий, показателей и решений. В какой-то момент предприятие должно получить более устойчивый слой связности.

Раньше среднее предприятие выигрывало близостью людей. Собственник мог быстро позвонить начальнику производства, коммерческий директор — уточнить срок, снабжение — проверить поставщика, финансист — оценить ограничение, склад — сказать, что действительно доступно. Эта управленческая близость была сильной стороной. Но если более крупные и технологически зрелые игроки научатся обрабатывать множество таких связей быстрее, прежняя ручная гибкость перестанет быть достаточной защитой.

Мировой переход к интеллектуальному предприятию начинается именно здесь. Не с торжественных терминов, а с простого делового факта: часть предприятий постепенно учится отвечать, считать, объяснять и действовать как более связанное целое. Для этого им нужны цифровые двойники деятельности, графы знаний, цифровая нить, процессный анализ, управляемые источники, предметная модель и корпоративный искусственный интеллект, который работает не поверх хаоса, а внутри проверяемого контекста.

Поэтому эта книга начинается не с выбора программы. И не с вопроса, какой ИИ-помощник подключить. Она начинается с вопроса о связности предприятия. Как сделать так, чтобы предприятие быстрее понимало собственное состояние? Как связать документы, процессы, факты, роли, источники, риски, показатели и решения? Как ввести в деятельность иницилирующее ядро цифрового двойника, чтобы новые факты не терялись в переписке и отдельных системах, а становились частью общей модели?

Если такой вопрос появляется у руководителя, его уже трудно убрать. После него обычный разговор о цифровизации начинает казаться неполным. Внедрить систему важно, но мало. Сделать отчёт полезно, но мало. Описать процесс нужно, но мало. Подключить искусственный интеллект перспективно, но мало. Нужно собрать предприятие так, чтобы человек и машина работали с одной проверяемой картиной деятельности.

Именно этому посвящён первый том серии «Переход к интеллектуальному предприятию». Он показывает, почему старая цифровизация перестаёт быть достаточной, что такое иницилирующее ядро цифрового двойника деятельности и почему без графа знаний, цифровой нити и человеко-машинного контура управления предприятие рискует отвечать на новые вызовы старыми средствами.

Аннотация

Эта книга открывает серию «Переход к интеллектуальному предприятию». Она написана для собственников, генеральных директоров, руководителей проектов, финансовых директоров, ИТ-директоров и управленцев, которым уже недостаточно разговора о цифровизации как о покупке очередной системы, подключении искусственного интеллекта или переносе документов в электронный вид.

Главный тезис книги прост: мир переходит от цифровизации отдельных операций к интеллектуализации предприятий. В новом контуре конкуренции выигрывает не тот, кто накопил больше программ, отчётов и регламентов, а тот, кто смог собрать деятельность предприятия в управляемую цифровую модель: предметы, процессы, факты, документы, состояния, роли, риски, показатели, решения и ответственность.

ERP, MES, PLM, электронный документооборот, СМК, BI, BPM/BPA-системы, RPA-роботы и языковые модели остаются важными инструментами. Но они не являются интеллектуальным предприятием сами по себе. Если эти инструменты не связаны через иницилирующее ядро, граф знаний и цифровую нить, предприятие получает набор цифровых фрагментов, а не способность понимать и развивать собственную деятельность.

В книге вводится понятие иницилирующего ядра цифрового двойника деятельности. Сначала оно собирается как проектная модель: направления деятельности, бизнес-процессы, бизнес-предметы, роли, документы, факты, источники, состояния, риски, показатели и управленческие действия связываются в проверяемую структуру. Действующим ядром эта структура становится тогда, когда вводится в информационные потоки предприятия и начинает принимать факты, статусы, записи качества, вопросы, GAP, решения и обратную связь.

Для директора и собственника особенно важен практический вывод. Если предприятие продолжает понимать цифровизацию только как внедрение отдельных систем, оно рискует не увидеть главный мировой сдвиг. Конкуренция переходит к тем, кто умеет строить цифровые двойники деятельности, графы знаний, цифровую нить и человеко-машинные контуры управления. Эти технологии уже меняют язык корпоративного управления. Вопрос не в том, будет ли предприятие использовать искусственный интеллект, а в том, будет ли у него модель, на которую этот интеллект сможет опереться.

Первый том задаёт целевую картину. Второй том объясняет предметно-ориентированное мышление: как увидеть за документами, процессами и объектами ERP реальные предметы управления. Третий том даёт профессиональный таксоно-онтологический метод сборки ядра. Следующие книги серии показывают предметное наполнение и эксплуатационный ввод ядра в информационные потоки предприятия.

Почему эту книгу нужно читать сейчас

Эту книгу нужно читать сейчас потому, что меняется не только набор корпоративных технологий. Меняется сама скорость управленческой среды. Клиент, поставщик, государственный контур, банк, партнёр и внутренний заказчик всё чаще ожидают от предприятия не отдельного ответа одного отдела, а связанной позиции: что можно сделать, в какой срок, на каком основании, с каким риском, при каких ограничениях и кто отвечает за решение.

В прежней цифровизации предприятие часто двигалось от системы к системе. Внедряли ERP, электронный документооборот, BI-панели, процессные репозитории, производственные системы, интеграции, регламенты, рабочие места и отчёты. Эти инструменты остаются необходимыми. Но они не дают автоматического перехода к интеллектуальному предприятию, если между ними нет общей предметной модели, графа знаний, цифровой нити и иницилирующего ядра.

Мировой рынок движется к другому уровню. В разных странах и технологических школах развиваются цифровые двойники организации, цифровые двойники процессов, графы знаний, онтологии предприятия, процессный анализ, цифровая нить, корпоративные ИИ-контуры и модели самоорганизации сложных систем. За разными словами стоит единая практическая задача: предприятие должно уметь быстрее связывать факты, процессы, роли, данные, обязательства, риски и решения.

Этот переход имеет экономическое значение. Конкуренция будет идти не только между крупнейшими корпорациями. Особая зона риска — средние производственные предприятия, которые держат значительную часть местной экономики: машиностроение, приборостроение, пищевые производства, комплектующие, сервисные и нишевые производственные направления. Часто вокруг одного или нескольких таких предприятий формируется занятость, кооперация, подрядчики, малый бизнес и инженерная среда территории.

Если такие предприятия останутся только в старой логике ручной гибкости, им будет всё труднее конкурировать с компаниями, которые быстрее собирают коммерческую, производственную, финансовую и договорную позицию. Когда технологически зрелый внешний игрок быстрее понимает запрос, точнее оценивает исполнение, лучше связывает логистику, качество, цену и срок, локальное предприятие начинает проигрывать не только по масштабу, но и по скорости управляемости.

Поэтому вопрос о цифровом двойнике деятельности не является вопросом ИТ-интереса. Это вопрос сохранения хозяйственной самостоятельности предприятия. Если предприятие не имеет собственной предметной модели, оно будет вынуждено покупать фрагменты чужой архитектуры и подстраивать себя под чужой язык. Если же оно формирует собственное иницирующее ядро, оно начинает понимать, какие системы ему нужны, какие данные значимы, какие процессы должны быть связаны и какой искусственный интеллект может быть безопасно подключён.

Внедрение интеллектуального предприятия отличается от внедрения ERP-системы. ERP-проект обычно настраивает транзакционный и учётный контур: документы, справочники, регистры, маршруты, статусы, расчёты, права и отчёты. Интеллектуальное предприятие требует другого слоя: предметной модели деятельности, графа знаний, цифровой нити, источников фактов, связей с процессами, ролями, рисками, показателями и управленческими действиями.

Именно поэтому обычные слова о цифровой трансформации становятся недостаточными. Можно внедрить систему и не получить модель деятельности. Можно описать процессы и не получить цифровой двойник. Можно подключить языковую модель и не получить корпоративный интеллект. Можно автоматизировать операции и не получить способность предприятия понимать собственные изменения.

Первый том серии нужен как вход в эту новую постановку вопроса. Он не заменяет профессиональную методику второго и третьего томов. Он показывает руководителю целевую картину: предприятие должно перейти от набора цифровых следов к иницирующему ядру цифрового двойника деятельности. Такое ядро должно принимать факты, статусы, документы, записи качества, вопросы, отклонения, решения и обратную связь, а затем возвращать предприятию задания, проверки, инструкции, отчёты и управленческие действия.

Главный вопрос этой книги не в том, как избежать ошибок искусственного интеллекта. Ошибки искусственного интеллекта являются только внешним симптомом более глубокой проблемы. Главный вопрос другой: как предприятию собрать такую модель деятельности, на которую сможет опереться человеко-машинный контур управления. Без такой модели искусственный интеллект будет работать с фрагментами. С такой моделью он становится интерфейсом к проверяемой памяти предприятия.

Поэтому читать эту книгу нужно не после того, как рынок окончательно сформирует готовые решения. Тогда преимущество первых уже будет распределено. Её нужно читать в момент, когда переход ещё можно осмыслить и построить собственный маршрут: от текущей цифровизации к иницилирующему ядру, от процессов и документов к предметной модели, от отчётов к графу знаний, от ручного управления связями к самоорганизующемуся интеллектуальному предприятию.

Место первого тома в серии

Серия «Переход к интеллектуальному предприятию» устроена как маршрут от управленческой картины к практическому действию.

Первый том серии отвечает на вопрос: куда движется предприятие. Он показывает, почему цифровизация уже не может сводиться к внедрению ERP, MES, PLM, электронного документооборота, BI, BPM/BPA-систем, процессных репозиторий и отдельных ИИ-инструментов. Всё это важно, но этого недостаточно. Новая цель — предприятие, которое имеет цифровой двойник деятельности, граф знаний, цифровую нить, цифровую тень фактов и человеко-машинный контур управления.

Второй том серии отвечает на вопрос: как нужно думать, чтобы такое предприятие стало возможным. Он вводит предметно-ориентированное мышление: способность видеть за документами, процессами, отчётами, ERP-объектами и формами реальные бизнес-предметы, состояния, события и связи.

Третий том серии отвечает на вопрос: как это делать профессионально. Он описывает таксоно-онтологический метод: как выделять предметные области, бизнес-предметы, состояния, носители, бизнес-процессы, процедуры, источники, GAP, табличную базу модели, граф знаний и проверяемые представления.

Дальше серия переходит к прикладным книгам. Они показывают, чем наполнять ядро в конкретных областях: производстве, снабжении, складах, качестве, финансах, управленческом учёте, персонале, сервисе, регуляторных контурах и других направлениях деятельности. Отдельная книга серии посвящена эксплуатационному вводу иницирующего ядра: как связать его с информационными потоками предприятия, ролями, фактами, статусами, записями, RPA-прошивками, СМК и обратной связью.

Таким образом, первый том серии не является обзором модных технологий. Это вход в новую управленческую рамку: предприятие должно научиться не просто пользоваться цифровыми инструментами, а собирать вокруг себя интеллектуальное ядро, способное снижать организационную энтропию и удерживать развитие деятельности.

Как читать эту книгу

Эту книгу лучше читать как управленческую карту. Она не является инструкцией по внедрению одной программы и не является учебником по конкретной ERP-системе. ERP — это класс корпоративных систем планирования ресурсов предприятия: заказы, закупки, производство, склады, финансы, учёт и другие контуры. MES — системы управления производственным исполнением. PLM — системы управления жизненным циклом изделия. Эти системы важны, но в книге они рассматриваются как носители фактов и исполнительные контуры внутри более широкой модели деятельности.

В книге также встречаются другие сокращения. CMK — система менеджмента качества: процедуры, записи, проверки, несоответствия и корректирующие действия. ЭДО — электронный документооборот: обмен юридически или управленчески значимыми электронными документами. ГИС — государственная информационная система: внешний государственный контур, через который предприятие передаёт сведения, получает статусы, выполняет требования маркировки, прослеживаемости, регистрации или отчётности. BI — системы аналитической отчётности и управленческих панелей. BPM/BPA — средства описания, анализа и управления бизнес-процессами. RPA — программные роботы, которые выполняют повторяющиеся действия между системами. LLM — большая языковая модель, то есть современная языковая модель искусственного интеллекта.

Особое место занимает термин SMART-действие. SMART — это удобная управленческая формула постановки действия: конкретное, измеримое, достижимое, релевантное цели и ограниченное по сроку. Для руководителя это не иностранная аббревиатура ради красоты, а практическое требование: если система показала отклонение, результатом должен быть не общий совет, а понятное действие с ответственным, сроком и критерием выполнения.

Главная линия книги такова: предприятие должно перейти от цифровых следов к цифровой модели. Цифровой след показывает, что что-то было записано: документ, статус, письмо, отчёт, выгрузка, запись качества, задача или протокол. Цифровая модель объясняет, что это значит: какой предмет изменился, какой процесс затронут, какой риск возник, кто отвечает, какой источник подтверждает факт и какое действие должно последовать.

В книге различаются три состояния ядра. Инициальное ядро — проектно собранная начальная структура будущего цифрового двойника. Иницирующее ядро — эта же структура после ввода в информационные потоки предприятия, когда она начинает принимать факты, статусы, вопросы, записи и решения. Эксплуатационное ядро — ядро, которое регулярно обновляется, возвращает предприятию задания, проверки, инструкции, отчёты и управленческие представления.

Читателю не нужно воспринимать ядро как одну программу, один файл или одну таблицу. Ядро — это связанная смысловая и машинно читаемая конструкция. На раннем этапе она может быть представлена табличной базой модели, то есть Excel-БД, и графом знаний. Затем она связывается с ERP, CMK, ЭДО, ГИС, Excel, почтой, внешними кабинетами, RPA-роботами, процессными моделями и рабочими местами пользователей.

Введение. Почему появилась эта книга

Пролог показал внешнее проявление новой среды: предприятие, которое отвечает быстрее и связнее, начинает восприниматься рынком иначе. Но для первого тома важен не сам эпизод и не конкретный формат письма. Важен вопрос, который за ним стоит: какая модель должна быть собрана внутри предприятия, чтобы такой ответ стал не разовым усилием сильного сотрудника, а нормальным результатом работы всей системы.

Ответ на этот вопрос нельзя получить из перечня программ. ERP, MES, PLM, электронный документооборот, BI, BPM/BPA, RPA и искусственный интеллект могут быть необходимыми элементами. Но они не дают общей методологии перехода к интеллектуальному предприятию. Методология должна объяснить, чем предприятие управляет, какие бизнес-предметы существуют, какие состояния они проходят, какие процессы их меняют, какие источники подтверждают факты, какие роли отвечают за решения и как всё это связывается в цифровую нить.

Поэтому первая глава начинается с неудобного, но необходимого вопроса: где методология перехода к интеллектуальному предприятию? Не презентация о цифровизации, не список внедрённых систем и не описание отдельных проектов, а воспроизводимый способ построить цифровую модель деятельности, проверить её, ввести в информационные потоки и поддерживать после завершения проекта.

Дальше книга будет последовательно разворачивать этот вопрос. Сначала — почему классические инструменты цифровизации уже недостаточны. Затем — что такое смысловое и иницирующее ядро. Потом — как цифровой прототип, цифровой мастер, цифровая тень, цифровая нить и граф знаний складываются в цифровой двойник деятельности. И наконец — как человек и искусственный интеллект могут работать в одном управляемом контуре.

Иницирующее ядро удерживает не только документы и процессы, но и предметы управления, состояния, события, источники, роли, статусы, версии, GAP, риски, показатели и управленческие действия. Когда факт появляется в ERP, запись качества возникает в СМК, документ приходит через ЭДО, сообщение уходит в ГИС, задача создаётся после отклонения, робот переносит статус между контурами или руководитель принимает решение, всё это должно получить место в цифровой нити.

Без такого ядра предприятие продолжает жить в режиме организационной энтропии. Факты расходятся по системам, документы лежат в папках, статусы уточняются у людей, регламенты устаревают, процессные схемы не связаны с реальными событиями, а ИИ получает не предприятие, а набор несогласованных фрагментов. С ядром предприятие начинает постепенно структурировать себя: новые факты не просто накапливаются, а встраиваются в модель, проверяются, получают владельца, статус, источник и связь с действием.

Интеллектуальность появляется тогда, когда деятельность предприятия описана как модель, проверена, связана в граф знаний, подтверждена цифровой тенью фактов, дополнена экономической вычислимостью, стресс-сценариями, SMART-действиями и человеческим контуром ответственности. SMART-действие — это конкретное, измеримое, назначенное ответственному, релевантное и ограниченное по сроку управленческое действие. В зрелой модели оно не является случайным советом искусственного интеллекта, а выводится из проверяемого состояния деятельности.

Несущей конструкцией такой архитектуры является граф знаний предприятия. Граф знаний — это не папка с правильными файлами и не набор визуальных схем. Это сеть сущностей и связей, где у каждого элемента есть место, тип, статус, источник, версия, владелец, допустимые переходы и отношения с другими элементами. В графе знаний бизнес-процесс связан с ролью, роль — с действием, действие — с документом, документ — с хозяйственным фактом, факт —

с учётным движением, движение — со стоимостью, стоимость — с KPI, KPI — с отклонением, отклонение — с управленческим решением, а решение — с новым действием.

Здесь важно сразу снять распространённое заблуждение. Интеллектуальное предприятие не означает, что директору нужно ждать много лет, пока появится огромная промышленная платформа. На ранней стадии модель может жить в табличной базе модели — Excel-БД. Excel выбран не потому, что это идеальная архитектура будущего, а потому что он одновременно понятен человеку, проверяем руководителем, переносим между участниками проекта и хорошо читается современными ИИ-инструментами. Позже такая база может быть перенесена в профессиональную реляционную базу данных, документное хранилище или графовую базу.

Роль документов при этом меняется. Регламенты, должностные инструкции, операционные инструкции, документы СМК, KPI-карты, тестовые сценарии и пользовательские инструкции должны быть не разрозненными бумажками, которые каждый раз пишутся заново. Они должны быть человекочитаемыми представлениями из машинной модели. Сначала строится модель, затем из неё выводятся документы для людей, схемы для обсуждения, инструкции для исполнения, тесты для проверки и контексты для языковой модели.

Это принципиально меняет экономику управленческого описания. Если предприятие годами держит процессного аналитика, который рисует схемы, пишет регламенты и поддерживает документы вручную, то в эпоху машинной модели это становится всё менее рациональным. Человеку нужны представления для контроля, согласования и принятия решений. Но источник истины должен находиться не в картинке и не в отдельном Word-файле, а в управляемом графе знаний.

Особое значение получает направление деятельности. Направление деятельности — это совокупность взаимосвязанных бизнес-процессов, через которые предприятие создаёт результат, выполняет внешнее обязательство или оказывает внутреннюю услугу. Внешний продукт важен, но внутренние услуги не менее важны. Бухгалтерия оказывает услуги учёта другим подразделениям. Юридический отдел оказывает услуги правового сопровождения. Транспортный отдел оказывает услуги перевозки. ИТ-служба оказывает услуги цифровой поддержки. Если эти услуги описаны как направления деятельности, их можно считать, сравнивать, улучшать и при необходимости передавать внешнему исполнителю.

Эта книга нужна потому, что без общей методологической рамки интеллектуализация предприятия будет каждый раз собираться случайно. Один проект начнёт с ERP, другой — с BI, третий — с роботов, четвёртый — с языковой модели, пятый — с визуальных схем бизнес-процессов. Каждый элемент может быть полезен, но без единой архитектуры они не складываются в интеллектуальное предприятие.

Часть I. От цифровизации к иницирующему ядру интеллектуального предприятия

Эта часть переводит разговор о цифровизации из плоскости «какие системы внедрены» в плоскость «какая организующая модель деятельности создана». ERP, MES, PLM, СМК, электронный документооборот, BI, BPM/BPA-системы, RPA и искусственный интеллект важны как носители и инструменты. Но интеллектуальное предприятие начинается только там, где эти носители начинают связываться через единое иницирующее ядро цифрового двойника деятельности.

Глава 1. Где ваша методология перехода к интеллектуальному предприятию?

Получив очередное приглашение на мероприятие по цифровизации промышленности, легко увидеть знакомый набор слов: ERP, MES, PLM, импортозамещение, интеграции, BI-панели, регламенты, рабочие места, процессные модели, искусственный интеллект и разговор о будущем промышленности. Всё это само по себе нормально. Предприятиям действительно нужны системы, интеграции и прикладные решения. Но чем чаще это называется цифровой трансформацией, тем важнее задать простой вопрос: что именно сегодня считается трансформацией?

Внедрение ERP? Интеграция ERP с MES? Замена импортной PLM? Подготовка регламентов? Электронный документооборот? Ведение процессного репозитория? Запуск роботов? Подключение языковой модели? Всё это может быть полезно и иногда совершенно необходимо. Проблема начинается в тот момент, когда обычная автоматизация, внедрение, интеграция или описание процессов начинают называться переходом к интеллектуальному предприятию.

Эта глава не направлена против конкретной компании, конкретного интегратора или конкретного программного продукта. Речь о более широкой проблеме языка рынка. Слово «цифровизация» стало слишком удобным. Под него можно подвести почти любую работу: внедрение системы, настройку интерфейса, описание процесса, подготовку инструкции, построение отчёта, миграцию данных, замену продукта или внедрение очередной панели показателей. Но если слово становится слишком широким, оно перестаёт помогать управлению.

В 2026 году, после скачка искусственного интеллекта и больших языковых моделей, разговор о цифровизации требует новой строгости. Недостаточно сказать, что предприятие «цифровизируется». Нужно понять, получает ли оно новую способность управлять деятельностью, знаниями, решениями и изменениями. Другими словами, появляется ли у предприятия иницилирующее ядро цифрового двойника деятельности — проверяемая модель, которая может быть введена в информационные потоки предприятия и начать снижать организационную энтропию.

Сначала стоит развести три уровня. Оцифровка — это перевод бумаги, сигнала, формы, записи или файла в цифровой вид. Цифровизация — это использование цифровых систем и данных для выполнения операций, процессов, обмена документами, расчётов и контроля. Цифровая трансформация — это уже изменение способности предприятия управлять собственной деятельностью: понимать, что происходит, почему происходит, чем предприятие управляет, какие последствия возникают и какие решения нужно принимать.

Здесь важно не упрощать. Обычная цифровизация не всегда «автоматизирует хаос». В реальных проектах люди тратят большой ресурс на обследование, настройку, нормализацию данных, подготовку регламентов и обучение пользователей. Проблема глубже: проект обычно фиксирует достижимую на момент внедрения модель деятельности. После запуска предприятие продолжает жить, меняться, спорить, уточнять правила, создавать исключения, принимать новые решения и открывать новые разрывы. Если нет ядра, которое принимает эти изменения и возвращает их в модель, достигнутая на проекте упорядоченность постепенно расходится с реальной жизнью.

Поэтому вопрос к цифровой трансформации звучит строже: не только что было внедрено, но и какая структура будет удерживать изменения после проекта. Есть ли место, куда попадают новые факты, статусы, решения, отклонения, вопросы, записи качества, изменения процессов и управленческие действия? Есть ли цифровая нить, которая связывает эти изме-

нения с предметами управления, источниками, ролями и версиями модели? Если такого места нет, предприятие получает не интеллектуальный контур, а очередной слой цифровых следов.

ERP, MES, PLM, BI, электронный документооборот и интеграции могут быть частью цифровизации. Они могут быть очень важной частью, без которой предприятие просто не сможет нормально работать. Но сами по себе они не доказывают цифровую трансформацию. Поставить систему — ещё не значит построить цифровую модель предприятия. Связать несколько систем между собой — ещё не значит получить управляемую модель деятельности. Выпустить набор регламентов — ещё не значит создать цифровой двойник предприятия.

Здесь возникает основная развилка. Можно цифровизовать документы, формы, интерфейсы, отчёты и маршруты согласования. А можно цифровизовать способность предприятия понимать себя: свои объекты управления, состояния, процессы, роли, источники, риски, показатели, решения и изменения. Это разные уровни зрелости, хотя на рекламных слайдах они часто называются одним словом.

Обычный набор цифровизации знаком всем, кто работает с промышленными предприятиями: ERP, MES, PLM, WMS, BI, электронный документооборот, миграция с одной ERP на другую, импортозамещение, интеграции, витрины данных, производственные панели, регламенты, рабочие места, маршруты согласования и отчёты. Всё это может быть нужно. Без транзакционного и исполнительного слоя предприятие быстро возвращается к ручной памяти сильных сотрудников, Excel-файлам, перепискам и бесконечным совещаниям.

Но система фиксирует факты, а не обязательно объясняет деятельность. ERP хранит документы, справочники, регистры, статусы, движения, остатки, заказы и взаиморасчёты. MES помогает управлять производственным исполнением. PLM ведёт инженерный контур изделия. BI показывает показатели и отклонения. Но ни одна из этих систем сама по себе не обязана отвечать на вопрос, какой объект управления изменился, в каком состоянии он был и стал, какой процесс породил событие, какая точка передачи ответственности сработала, какой риск возник и какое действие должно последовать.

Именно здесь проходит граница между автоматизацией и цифровой трансформацией. Автоматизация может быть качественной и полезной. Интеграция может быть сложной и инженерно грамотной. Но если после проекта у предприятия не появилась проверяемая модель собственной деятельности, то слово «трансформация» начинает звучать слишком торжественно для результата, который реально получен.

Если компания говорит, что занимается цифровой трансформацией, следующий вопрос должен быть не про список внедрённых систем и не про количество успешных проектов. Вопрос должен быть другим: где ваша методология разработки цифровой модели предприятия? Не рекламный буклет, не презентация с логотипами, не перечень подсистем и не «уникальная технология», которую никто никогда не видел. А методология, по которой можно воспроизводимо строить модель деятельности предприятия.

Методология должна отвечать на простые вопросы. Как выделяются предметные области? Как описываются объекты управления? Как фиксируются их состояния и события? Как эти объекты связываются с бизнес-процессами, ролями, процедурами, ERP, MES, PLM, СМК, ГИС (государственными информационными системами), управленческим учётом, финансами, KPI, рисками, персоналом и SMART-действиями? Где это можно прочитать, какие артефакты производит технология, как по ней работает аналитик, как проверяется результат и что происходит с моделью после завершения проекта?

Если методология существует, её можно предъявить хотя бы в общих чертах: этапы, артефакты, правила, контроль качества, примеры моделей и границы применимости. Если её нельзя прочитать, проверить и воспроизвести, то это не методология. В лучшем случае это накопленный внедренческий опыт, внутренняя легенда компании о самой себе и набор привычных проектных приёмов.

Начинать разговор о цифровой трансформации предприятия нужно не с вопроса, какую ERP или MES вы внедряете. Начинать нужно с более простого и более неудобного вопроса: какие предметные области предприятия вы умеете описывать? Производство, снабжение, склад, качество, техническое обслуживание, управленческий учёт, финансы, казначейство, персонал, сервис, рекламации, проектное производство, регуляторная отчётность, государственные информационные системы — всё это может быть предметными областями, но только если они описаны как области управленческого смысла, а не как разделы меню.

Предметная область — это не название подсистемы и не набор документов ERP. Это граница, внутри которой предприятие понимает, чем оно управляет, какие предметные группы существуют, какие бизнес-предметы возникают, какие состояния они проходят, какие события их меняют, какие роли действуют, какие документы и системы выступают носителями, какие KPI и риски возникают, какие источники подтверждают модель и где остаются разрывы.

Разрыв модели, или GAP, — это место, где данных, терминов, источников или связей недостаточно для уверенного вывода. В зрелой методологии разрыв не прячется под гладкой формулировкой. Он фиксируется как вопрос к владельцу процесса, предметной области или источника. Это особенно важно в работе с искусственным интеллектом: если модели не хватает предметного основания, она может придумать связь сама и сделать это очень убедительно.

Одна из главных ошибок цифровизации — подмена объектов управления объектами метаданных ERP. Документ ERP — это не обязательно объект управления. Справочник — не онтология предприятия. Регистр — не бизнес-предмет. Статус в системе — не всегда состояние управляемой сущности. Форма ввода — не модель деятельности, а кнопка тем более не методология.

Объект управления — это то, чем предприятие реально управляет: потребность, заказ, партия, поставка, производственное задание, маршрут, рекламация, несоответствие, обязательство, лимит, риск, отклонение, решение, ресурс, изделие, версия, заявка или операция. У такого объекта есть границы, состояния, события, владельцы, носители, источники, связи с процессами, показатели и правила изменения.

Если компания не различает объект управления и объект системы, она не строит цифровую модель предприятия. Она строит модель того, как выбранная система умеет отражать отдельные фрагменты предприятия. Поэтому вопрос к любому цифровизатору очень простой: есть ли у вас библиотека объектов управления, какие предметные области она покрывает, как она специализируется под отрасль, как из неё выводятся бизнес-процессы и как она связана с ERP, MES, PLM, CMK, ГИС, KPI, финансами и персоналом?

Вопрос не в том, нужны ли классические нотации описания процессов и архитектуры. BPMN полезен, когда человеку нужно увидеть бизнес-процесс: события, задачи, роли и потоки. ArchiMate полезен, когда нужно представить архитектурные слои предприятия: бизнес, приложения, данные, технологии и зависимости. TOGAF полезен как управленческий каркас корпоративной архитектуры. Но все эти инструменты не должны становиться первичным хранилищем смысла цифровой модели.

BPMN, ArchiMate, TOGAF и похожие инструменты — это человекочитаемые представления. Они нужны для согласования, контроля, обсуждения, визуальной проверки и коммуникации между людьми. Машинному ядру всё равно, будет ли представление выведено в BPMN, ArchiMate, таблицу, регламент или собственную схему. Машинное ядро должно хранить не картинку, а сущности и связи: предметные области, бизнес-предметы, состояния, события, процедуры, роли, источники, разрывы, KPI, риски, цифровую нить и правила актуализации.

В зрелой технологии процессные и архитектурные схемы должны выводиться из графа знаний, а не заменять его. Мы не спорим с BPMN, ArchiMate и TOGAF как с инструментами человекочитаемого описания. Мы спорим с подменой машинного ядра предприятия элек-

тронным кульманом — ручным рисованием схем процессов и архитектуры, которые живут отдельно от фактов, ролей, документов, тестов и управленческих действий.

Есть ещё один простой тест на цифровую трансформацию: посмотрите, что остаётся после проекта. Если предприятие получает набор регламентов, инструкций, положений, документов СМК, пользовательских инструкций и презентаций, которые лежат в папках и устаревают через месяц, то это не цифровая трансформация. Это производство статичных документов в цифровой упаковке.

Документы сами по себе не являются цифровой моделью предприятия. Они являются человекочитаемыми представлениями. Регламент, операционная инструкция, документ СМК, должностная инструкция, KPI-карта, тестовый сценарий и контекст для языковой модели не должны жить как отдельные файлы, подготовленные вручную и забытые после подписания акта. Они должны быть производными представлениями из машинного ядра и графа знаний.

Следующий вопрос почти неизбежен: где живёт цифровая модель предприятия? В ERP? ERP не предназначена для хранения полной предметно-процессной модели предприятия. В Word? Word — это человекочитаемый документ, а не машинное ядро. В BI? BI показывает показатели, но не объясняет весь предметный смысл. В презентации? Это коммуникационный материал. В головах консультантов? Тогда это не цифровизация.

Цифровая модель должна жить выше уровня отдельных систем: в машинном ядре, графе знаний, смысловом слое, где ERP, MES, PLM, СМК, ГИС, BI и документы выступают носителями и источниками, но не подменяют модель. Иначе мы получаем набор цифровых следов без связной памяти предприятия.

У цифрового двойника деятельности должна быть цифровая нить. Цифровая нить — это трассируемая связь от источника к модели, от модели к факту, от факта к отклонению, от отклонения к решению и от решения к обновлению модели. Без цифровой нити граф знаний превращается в картинку, а цифровой двойник — в декларацию.

Цифровая трансформация не может быть устроена по схеме «обследовали, описали, внедрили, подписали акт, получили деньги и разошлись». Предприятие меняется постоянно. Меняются маршруты, роли, документы, требования СМК, статусы ERP, внешние ГИС, KPI, ответственные, нормативные требования, поставщики, клиенты, риски и логистика. Поэтому главный вопрос: как ваша модель следует за предприятием?

Модель считается готовой не потому, что её описали и нарисовали. Она готова, когда её можно пройти как сценарий деятельности, проверить вручную, автоматически или гибридно и присвоить ей статус готовности. В 1С-контуре часть сценариев может проверяться автоматически, например через Vanessa Automation. Это пример нормальной инженерной дисциплины: если шаги, данные и ожидаемые результаты формализуемы, их можно проверять сценарно. Часть маршрута останется ручной: физический контроль, экспертное решение, СМК-запись, внешний регуляторный контур. Зрелая методология должна различать эти режимы проверки.

После 2025 года вопрос стал ещё острее. Языковые модели и ИИ-агенты резко подняли планку. Теперь предприятию недостаточно хранить данные и проводить документы. Оно должно объяснять собственную деятельность человеку, системе и искусственному интеллекту. Если предметной модели нет, ИИ будет пересказывать документы, но не понимать деятельность. Если графа знаний нет, он будет угадывать связи. Если цифровой нити нет, он не сможет объяснить происхождение вывода. Если актуализации нет, он будет работать на устаревшем контексте.

Поэтому главный вопрос остаётся прежним: где ваша методология? Где предметные области? Где объекты управления? Где граф знаний? Где цифровая нить? Где тесты? Где механизм актуализации модели после завершения проекта? Если всего этого нет, перед нами может быть полезная автоматизация. Но цифровой трансформацией в смысле эпохи искусственного интеллекта это называть рано.

Глава 2. Почему ERP, MES, PLM, регламенты и BPM/BPA-модели уже недостаточны

ERP, MES, PLM, регламенты и BPM/BPA-модели являются необходимыми контурами современного предприятия, но они не должны подменять цифровую модель деятельности. Эти системы фиксируют факты, поддерживают исполнение, хранят инженерные и управленческие данные, но сами по себе не собирают предприятие в единое интеллектуальное целое.

Средства бизнес-моделирования, BPM/BPA-системы и процессные репозитории занимают отдельное место. BPM обычно связывают с управлением бизнес-процессами, а BPA — с анализом и моделированием бизнес-процессов. В практической работе такие системы полезны: они помогают описывать процессы, роли, документы, регламенты, показатели, организационную структуру и связи между элементами модели.

Но полезность не означает достаточность. Средство бизнес-моделирования может хорошо хранить процессные схемы и регламентные описания, но это ещё не делает его иницирующим ядром цифрового двойника деятельности. Процессная схема показывает, как должна идти работа. Процессный репозиторий помогает согласовать представление. Но цифровой двойник требует большего: предметов управления, состояний, событий, источников, статусов, версий, связей с ERP-фактами, СМК-записями, KPI, рисками, GAP, решениями и обратной связью из эксплуатации.

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.