

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ПРОЦЕССАХ УПРАВЛЕНИЯ

РЕСУРСНЫЙ СЛЕД ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАК ЭЛЕМЕНТ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРЕДПРИЯТИЯ

Принято: 15.08.2019; одобрено: 02.09.2019; опубликовано: 17.10.2019

УДК 65.011.56, 658.5.011 JEL B50, M10 DOI 10.26425/2658-3445-2019-3-38-47

Самосудов Михаил Владимирович

Д-р экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»; руководитель экспертно-методического отдела группы компаний «Деликатный переезд», г. Москва, Российская Федерация

ORCID: 0000-0001-5787-2430

e-mail: samosudov@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены вопросы формирования цифрового двойника предприятия для целей оптимизации и автоматизации управления. Показано, что существующие сегодня варианты цифровых двойников, моделирующих либо физические объекты, используемые в деятельности, либо отдельные, как правило, технологические процессы не являются в полном смысле цифровым двойником предприятия, который может быть использован для автоматизации управленческой деятельности и управления предприятием. Такие цифровые двойники могут быть использованы для автоматизации отдельных операций и процессов, но не предприятия в целом. Вместе с тем отмечено, что существуют решения, позволяющие моделировать деятельность людей, процессы, происходящие в компании, точно фиксировать любые явления и события, используя определенный набор фазовых переменных (параметров системы). Это позволяет вплотную приблизиться к решению задачи формирования полноценной модели предприятия, имитирующей поведение компании в рыночной среде, включая возникновение входящего ресурсного потока, кризисных ситуаций и т.п. – цифрового двойника. Как один из существенных аспектов моделирования деятельности предприятия, отдельных участников корпоративных отношений рассматривается фиксация ресурсных трансформаций, происходящих в процессе деятельности в социальной системе, – так называемого ресурсного следа деятельности. Любая деятельность, если рассматривать с ресурсных позиций, проходит определенный цикл ресурсных трансформаций. Причем вследствие фрактальных свойств деятельности это проявляется на любом масштабе деятельности.

Таким образом, используя разработанные подходы, можно фиксировать ресурсный след деятельности и тем самым однозначно фиксировать изменение состояния социальной системы, что позволяет оценивать ее функциональную устойчивость, рассчитывать последствия реализации управленческих воздействий до их совершения, то есть рассчитывать управление.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Цифровой двойник, ресурсы, ресурсно-функциональный подход, точное управление в социальных системах, комплексная модель социальной системы, имитационная модель социальной системы.

ЦИТИРОВАНИЕ

Самосудов М.В. Ресурсный след деятельности как элемент цифрового двойника предприятия//E-Management. 2019. № 3. С. 38–47.



INSTRUMENTAL AND MATHEMATICAL METHODS IN MANAGEMENT PROCESSES

RESOURCE FOOTPRINT OF ACTIVITIES AS AN ELEMENT OF THE DIGITAL TWIN OF THE ENTERPRISE

Received: 15.08.2019; approved: 02.09.2019; published: 17.10.2019

JEL CLASSIFICATION B50 M10 DOI 10.26425/2658-3445-2019-3-38-47

Samosudov Mikhail

Doctor of Economic Sciences, Associate professor, State University of Management; head of expert-methodical department group of companies "Delicate moving", Moscow, Russia

ORCID: 0000-0001-5787-2430

e-mail: samosudov@mail.ru

ABSTRACT

The issues of creation of a digital twin of the enterprise for the purposes of optimisation and automation of management have been considered. It has been shown, that the existing variants of digital twins, modeling, or physical objects used in the activity, or individual, as a rule, technological processes are not in the full sense of the digital twin of the enterprise, which can be used to automate management activities and enterprise management. Such digital twins can be used to automate individual operations and processes, but not the enterprise as a whole. At the same time, it has been noted, that there are solutions to simulate the activities of people, processes taking place in the company, accurately record any phenomena and events, using a certain set of phase variables (system parameters). This circumstance allows us to come close to solving the problem of forming a full-fledged simulation model of the enterprise, simulating the behavior of the company in the market environment, including the occurrence of an incoming resource flow, crisis situations, etc. – a digital twin. As one of the essential aspects of enterprise activity modeling, individual participants of corporate relations, the fixation of resource transformations occurring in the process of activity in the social system – the so-called resource footprint of activity is considered. Any activity, if viewed from a resource perspective, goes through a certain cycle of resource transformations. Moreover, this is manifested at any scale of activity – due to the fractal properties of the activity.

Thus, using the developed methods, it is possible to fix resource footprint of activity and thereby definitely to fix the state change of the social system, that allows us to estimate its functional stability, to calculate the consequences of the implementation of management actions before performing them, that is, to calculate the action for control.

KEYWORDS

Digital twin, resources, resource-functional method, precise control in social systems, complex model of social system, simulation model of social system.

FOR CITATION

Samosudov M.V., Resource footprint of activities as an element of the digital twin of the enterprise (2019) E-Management, 2 (3), pp. 38-47. doi: 10.26425/2658-3445-2019-3-38-47



Современные приложения строгой (точной) теории управления довольно широко используются в технической сфере и порой поражают воображение – беспилотные автомобили, летательные аппараты, др. Здесь не возникает попытки назвать управлением действия, которые не приведут к «попаданию в цель» – скажут о том, что объект был неуправляемым. Возможно, управлять пытались, но обеспечить управляемость оказалось невозможно вследствие различных причин. Пусть даже этому способствовали условия среды – результат от этого лучше не будет. В социальной же сфере мы часто путаем влияние и управление – считаем, что управляем компанией или подразделением, постоянно не достигая намеченных результатов, оправдывая себя «турбулентностью среды», наличием «человеческого фактора» и подобными удобными речевыми штампами. Безусловно, не всегда можно управлять в строгом смысле, но тогда и не нужно называть это управлением – влияние на объект, не более. По крайней мере, не стоит заблуждаться.

Вместе с тем в социальных системах может и должно быть реализовано точное управление, в том числе с использованием средств автоматизации – по экономическим соображениям, поскольку любые ошибки в управлении связаны с потерей ресурсов. И во многом этому способствуют существующие сегодня тенденции развития использования средств вычислительной техники для целей управления.

Традиционное понимание компаний, природы бизнеса не позволяет решить задачи автоматизации деятельности, цифровизации экономики – было много попыток, начиная с 1970-х гг. Автоматизация предполагает не только автоматизированный сбор данных, но прежде всего расчет деятельности и управлений воздействий, прогнозирование результатов воздействий. Соответственно, необходимо измерять все существенные факторы, влияющие на деятельность компании, ее состояние, результаты. Но измерять нужно именно необходимые величины, которые влияют на состояние компании и результаты ее взаимодействия со средой, а не те, которые мы легко можем измерить. К тому же, поскольку компания и среда – активные системы, требуется учет активности в модели.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Сегодня много и часто говорят о цифровизации экономики, в том числе часто используют термин «цифровой двойник». Этому есть основания. Как отмечается в статье «Цифровой двойник научной организации: подходы и методики», «в настоящее время совместное влияние сразу нескольких факторов, побудило выдвинуть концепцию цифрового двойника на передний план как прорывную тенденцию, которая будет иметь все более широкое и глубокое влияние на экономику в течение следующих пяти лет. Фактически, Gartner прогнозирует, что к 2021 г. половина крупных промышленных компаний будет использовать цифровых двойников, в результате чего эффективность этих организаций увеличится на 10 %» [Краснов, Хасанов, 2019]. В работе «Оценка экономических дивидендов цифровизации общества» [Литун, 2019] отмечается, что «по экспертным оценкам потенциальный экономический эффект по цифровизации экономики России увеличит валовой внутренний продукт (далее – ВВП) страны к 2025 г. на 4,1–8,9 трлн руб. (в ценах 2017 г.), что составит от 19 % до 34 % общего ожидаемого роста ВВП. В 2017 г., по оценке Росстата, общий объем ВВП в России составил 1 267,55 млрд долл. США».

Тем не менее, следует отметить, что использование термина «цифровой двойник» в большей мере мода – очень часто за громкими лозунгами ничего не стоит. Вместе с тем, как это часто бывает, в общем шуме есть и полезные сигналы – автоматизация управленческой деятельности нужна, это уже необходимость в современных условиях.

Перспективы применения цифровых двойников и средств автоматизации деятельности на их основе представляются весьма интересными. Как отмечают Курганова, Филин, Черняев и др. [2019], «когда цифровые двойники разрабатываются для вновь создаваемых производств, появляется возможность через симуляцию его работы глобально выявить возможные риски и недочеты, скорректировать проект. Цифровой двойник существующего производства позволяет прорабатывать внедрение или изменение технологических процессов без реального вмешательства в работу». То есть появляется возможность существенно снизить число ошибок при организации деятельности. Еще более привлекательными представляются перспективы использования цифрового двойника в управлении социальными системами.

Для начала разберемся в терминах.

Как отмечается в популярной энциклопедии, «цифровой двойник (англ. digital twin) – цифровая копия физического объекта или процесса, помогающая оптимизировать эффективность бизнеса. Концепция «цифрового двойника» является частью четвертой промышленной революции и призвана помочь предприятиям быстрее обнаруживать физические проблемы, точнее предсказывать их результаты и производить более качественные продукты»¹.

В другом источнике сказано, что цифровой двойник – это «программный аналог физического устройства, моделирующий внутренние процессы, технические характеристики и поведение реального объекта в условиях воздействий помех и окружающей среды. Важной особенностью цифрового двойника является то, что для задания на него входных воздействий используется информация с датчиков реального устройства, работающего параллельно. Работа возможна как в онлайн-, так и в офлайн-режиме. Далее возможно проведение сравнения информации виртуальных датчиков цифрового двойника с датчиками реального устройства, выявление аномалий и причин их возникновения. Цифровой двойник позволяет существенно расширить возможности облачных аналитических сервисов, используемых в концепции Промышленного Интернета Вещей (IoT = Industrial Internet of Things) четвертой промышленной революции»².

В работе «Цифровые двойники: определение, подходы и методы разработки» [Боровков, Рябов, 2019, с. 236] отмечается, что «цифровой двойник (Digital Twin) – это семейства сложных мультидисциплинарных математических моделей с высоким уровнем адекватности ... реальным объектам...».

В статье «Цифровой двойник» портала CNews отмечается, что «впервые полноценно эта концепция была описана в Мичиганском университете в 2002 г. Сейчас цифровым двойником называют виртуальную модель, которая на микро- и макроуровне либо описывает реально существующий объект (выступая как дубль готового конкретного изделия), либо служит прототипом будущего объекта. При этом любая информация, которая может быть получена при тестировании физического объекта, должна быть получена и на базе тестирования его цифрового двойника»³.

Там же, а также в статье «Цифровые двойники: концепция, возможности, перспективы» [Абазьева, 2019] отмечается, что «сейчас распространена классификация, включающая три типа двойников: цифровые двойники-прототипы (Digital Twin Prototype, DTP), цифровые двойники-экземпляры (Digital Twin Instance, DTI) и агрегированные двойники (Digital Twin Aggregate, DTA).

DTP-двойник характеризует физический объект, прототипом которого он является, и содержит информацию, необходимую для описания и создания физической версии объекта. Эта информация включает требования к производству, аннотированную трехмерную модель, спецификацию на материалы, процессы, услуги и утилизацию.

DTI-двойники описывают конкретный физический объект, с которым двойник остается связанным на протяжении всего срока службы. Двойники этого типа обычно содержат аннотированную 3D-модель с общими размерами и допусками, спецификацию на материалы, в которой перечислены текущие и прошлые компоненты, спецификацию на процессы с перечислением операций, которые были выполнены при создании этого физического объекта, а также результаты любых тестов на объекте, записи о сервисном обслуживании, включая замену компонентов, операционные показатели, результаты тестов и измерений, полученные от датчиков, текущие и прогнозируемые значения параметров мониторинга.

DTA-двойники определяются как вычислительная система, которая имеет доступ ко всем цифровым двойникам-экземплярам и может посылать им запросы в режиме случайных или проактивных опросов».

Как видим, под цифровым двойником специалисты понимают имитационную модель, которая используется для организации производства, проведения испытаний (как, например, в автомобильной и авиационной промышленности).

Применительно к предприятию, часто цифровым двойником называют модель производственного или технологического процесса, в том числе имитационную модель. Но это, по нашему мнению, в лучшем случае является частью модели предприятия – производственный процесс не единственный в хозяйственной системе и, строго

¹ Википедия (2019). Цифровой двойник. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Цифровой_двойник (дата обращения 27.07.2019).

² Cadfem (2019). Цифровой двойник.. Режим доступа: <https://www.cadfem-cis.ru/service/digital-twin/> (дата обращения 27.07.2019).

³ CNews (2018). Цифровой двойник. Режим доступа: http://data.cnews.ru/articles/2018-04-18_tsifrovye_dvoyniki_konseptsiya_rазвиваetsya (дата обращения 27.07.2019).

говоря, сегодня уже не основной. Другое дело, что сделать имитационную модель предприятия в целом, модель активной социальной системы, осуществляющую деятельность в активной среде, непросто. Поэтому специалисты часто ограничиваются лишь частью предприятия, закрывая глаза на все остальное.

Как отмечает А.В. Петров, «в литературе имитационное моделирование чаще всего определяют как численный метод исследования сложных систем, элементы которых описаны разнородным математическим аппаратом и объединены связующей моделью» [Петров 2018, с. 58]. Часто имитационные модели реализуются в виде программно-аппаратных комплексов.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Учитывая вышесказанное, введем следующее определение: цифровой двойник предприятия – это комплекс информации, позволяющий проследить изменение ситуации в компании при моделировании различных воздействий на нее: управлеченческих, возмущающих воздействий среды, др. Для этого такой комплекс информации должен учитывать все существенные причинно-следственные связи, а также содержать необходимый и достаточный набор данных, позволяющий имитировать поведение предприятия в рыночной среде.

В статье «Современные методики управления качеством. Цифровой двойник» [Биктимиров, Ращупкина, 2018] сказано: «...такая копия должна ...функционировать точно так же, как и ее реальный прототип». Тогда цифровой двойник обеспечит «...возможность полно оценить текущее состояние бизнес-деятельности и ...повышение качества функционирования, ...выявить неэффективные параметры и улучшить их, получить профиль потребителя и соотнести его с предложением бизнеса, найти способы привлечения клиентов» [Пестова, 2019].

Учитывая тенденции развития использования вычислительной техники, датчиков и способов обработки данных, которые сегодня именуются «цифровизация», можно отметить, что цифровой двойник деятельности может быть рассмотрен как компьютерная программа, описывающая (фиксирующая) деятельность. То есть, набор программных модулей, фиксирующих определенные данные в определенном формате, определенным образом их обрабатывая и обеспечивая тем самым возможность моделирования деятельности, состояния социальной системы, расчета.

Рассмотрим некоторые требования к модели, которые накладывает на нее задача управления.

Для целей организации управления в социальной системе модель должна позволять рассчитывать решения, то есть позволять определять последствия тех или иных действий человека в процессе управления. Другими словами, модель должна имитировать поведение социальной системы, функционирующей в активной среде. И быть при этом расчетной, что означает необходимость параметрической модели.

Социальная функциональная система, которую мы рассматриваем, – строго динамическая активная система, функционирующая в строго динамической активной среде. Поэтому модель должна учитывать активность участников и факторы, влияющие на активность. Строго динамическая система означает, что в любой момент времени существует хотя бы одна фазовая переменная (параметр системы), скорость изменения которой не равна нулю, то есть в такой системе не бывает стационарного состояния.

К сожалению, активность участников и активность среды оказались вне поля зрения специалистов в области экономики. Также в экономических моделях недостаточно учитывается информация и ее влияние на функционирование компаний. Да и, строго говоря, экономика почти не уделяет внимания вопросам функционирования отдельного предприятия – все больше крупными мазками описывает процессы, не вдаваясь в «несущественные» детали... Вместе с тем активность является одним из важных факторов, определяющих развитие корпоративных систем, процессы обмена ресурсами в социально-экономическом пространстве.

Активность – характеристика участника корпоративных отношений, показывающая его влияние на систему, изменение условий, распределение ресурсов. Причем, именно вынужденное (под воздействием активных участников корпоративных отношений) распределение ресурсов. Активность связана с неудовлетворенностью человека. Именно неудовлетворенность существующими условиями, распределением ресурсов приводит к увеличению активности участников взаимодействия.

Учитывая вышесказанное, для целей управления модель должна позволять решать следующие задачи:

- рассчитать поведение компании (корпоративной системы) при осуществлении управляющего воздействия;
- рассчитать поведение системы при изменении условий (состояния среды);

- рассчитать траекторию развития системы, результат реализации определенной траектории развития, траекторию, приводящую к заданному результату (например, заданному входящему денежному потоку);
- выявить отклонение траектории развития системы/ситуации;
- рассчитать управленческое воздействие;
- рассчитать коэффициент функциональной устойчивости на основе значений параметров системы;
- рассчитать значения параметров среды на основе информации о значении параметров компании и наблюдаемых явлений, с учетом значений некоторых параметров среды (формирование обоснованных гипотез о значениях параметров, недоступных для измерения).

Задачи, которые должна позволять решать модель:

- если примем такое-то решение, как изменится входящий денежный поток компании?
- куда приведет нас фактическая траектория развития компании – будет ли удовлетворять интересам ключевых участников это состояние, обеспечит ли оно необходимый входящий денежный поток?
- если нам нужен такой-то входящий денежный поток, то какие должны быть значения параметров корпоративной системы, среды?

Очевидно, что для ответа на эти вопросы нужно иметь не только набор зависимостей, отражающих влияние переменных системы на целевую величину, но и методику формализации, отражения в параметрической форме состояния компании и наблюдаемых явлений.

Некоторые параметры корпоративной системы, используемые в модели, практически очень сложно измерить. Но «очень сложно» не означает «невозможно»: в компании могут быть организованы процессы, в которых квалифицированный специалист станет помощником компьютера при измерении отдельных переменных.

Исходя из этих требований и нужно формировать модель, которая выступит в роли цифрового двойника предприятия для целей управления.

Для создания цифрового двойника необходимо найти способ однозначной фиксации процессов деятельности участников корпоративных отношений. Отметки исполнителей в отчетах («галочки») – ненадежный способ. Человек может обмануть, искренне заблуждаться и ошибаться. Отметка руководителя и/или контролера – тоже ненадежный способ: за всеми деталями не уследишь, множество контролеров – дорого, недостоверно, источник коррупции. Как отмечается в докладе Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации «Государство как платформа», «цифровой двойник способен ответить на вопросы: «где измерять?» и «что измерять?», то есть указать критические зоны... и критические характеристики..., а затем – передавать, хранить, защищать и обрабатывать большие объемы информации» [Государство как платформа: люди и технологии, 2019].

Одна из существенных проблем автоматизации (цифровизации) деятельности – фиксация происходящих процессов в корпоративной системе. Чтобы реально говорить о цифровом двойнике нужно иметь возможность фиксировать в цифровом виде любые события и явления: конфликты, изменение поведения людей, др. Для этого необходимо использовать параметры системы: переменные величины, связанные известной зависимостью с состоянием системы.

В докладе автора на методическом семинаре «Развитие теории и методологии управления в социальных системах» приведен набор параметров, позволяющий описать любую среду и корпоративную систему, ситуацию, их динамику [Самосудов, 2019]. Комплексная модель социальной системы, основные элементы которой представлены в докладе и материалах к нему [Самосудов, 2019], показывает связь фазовых переменных (параметров системы) с входящим ресурсным потоком, частью которого является входящий денежный поток.

Таким образом, в концепции модели социальной системы, функционирующей в активной среде, для целей цифровизации управления показано, что социальная система вполне может быть formalизована до уровня математических моделей [Самосудов, 2019]. Это позволяет вплотную приблизиться к созданию полноценных имитационных моделей социальных систем, которые могут быть использованы, как для целей управления, так и для целей обучения, а также для научной работы – можно многое рассчитать, используя модели для проведения экспериментов, прежде чем мы начнем проводить натурные эксперименты в действующей компании.

Вместе с тем в упомянутых работах недостаточно отображен один из существенных аспектов, связанных непосредственно с деятельностью предприятия (социальной системы), который имеет большое значение для моделирования социальных систем, реализации имитационной модели, – ресурсные трансформации, происходящие в ходе деятельности или по-другому, ресурсный след деятельности.

РЕШЕНИЕ

Практика управления и обучения управлению показывает, что люди часто недостаточно понимают, что такое ресурс, какие ресурсы бывают, не умеют думать про ресурсы, определять, какие ресурсы нужны для деятельности. Неоднократно приходилось сталкиваться с этим в деятельности компании.

Представляется, что одна из основных причин – кажущаяся очевидность и простота знания. Действительно, кто же не знает, что такое ресурс? Как правило, ответ звучит следующим образом: «это то, что используется для...». Но следующий вопрос «что отличает ресурс от не ресурса?» обычно ставит человека в тупик.

Здесь мы под ресурсом понимаем любой феномен (предмет, явление, сочетание, соотношение, совокупность, процесс и др.), в отношении которого у субъекта анализа имеется информация о том, как использовать его для реализации заданной (целевой) функции.

Соответственно, во-первых, ресурс – категория субъективная, зависящая от точки зрения субъекта, наличия у него информации (знаний), позволяющей рассмотреть некоторый феномен как ресурс; во-вторых, нечто (некоторый феномен) может быть определено (определен) как ресурс только при конкретизации функции и наличии знания о том, как использовать это для реализации заданной функции. Если эти условия не выполняются, то феномен нельзя отнести к группе «ресурсы».

Как показано в работе «Развитие теории корпоративного взаимодействия на основе решения проблемы устойчивости компаний» [Самосудов, 2011], ресурсы, используемые в хозяйственной деятельности, можно классифицировать по следующим классификационным признакам:

- природа (или происхождение) ресурса;
- значимость для деятельности;
- степень расходования в процессе деятельности;
- степень зависимости от человека;
- взаимная зависимость ресурсов;
- степень дефицитности;
- функциональное назначению;
- сложность;
- активность;
- возможность получения ресурса.

Для моделирования социальной системы и деятельности принципиально важно фиксировать именно все виды ресурсов, убедиться в том, что мы видим все аспекты деятельности. Часто специалисты не фиксируют интеллектуальные ресурсы, информационные, организационные и др.

Но не менее, а может быть, и более значимо понимать и фиксировать динамику ресурсных трансформаций в процессе социальной деятельности: преобразование ресурсов в новый ресурс, изменение пространственно-временной локализации ресурсов, переход ресурсов из пассивной в активную форму и обратно, перераспределение ресурсов. Это однозначно характеризует динамику состояния системы и, по сути, является «ресурсным следом» деятельности человека.

С точки зрения формализации деятельности, наиболее существенным классификационным признаком ресурсов является признак активности. Ресурс в активной форме – ресурс, подготовленный к действию, приведенный в состояние, пригодное для деятельности. Материальные ресурсы должны быть определенным образом локализованы в пространстве и во времени, чтобы их нужным образом можно было бы использовать для получения необходимого результата. Информационные ресурсы должны быть доведены до сведения и усвоены определенными участниками деятельности (участниками корпоративных отношений). То есть должна быть обеспечена социальная локализация информационных ресурсов.

Человеческие ресурсы должны быть обеспечены надлежащей активностью человека – он должен хотеть передать их в систему посредством совершения определенных действий (то есть, его вектор поведения должен обеспечивать передачу этих ресурсов в деятельность). Для этого, безусловно, должны быть сформированы надлежащие субъективные оценки стимулов и ограничений, связанных с совершением действий. Отметим, что вопреки распространенному мнению, мы не рассматриваем человека как ресурс – человек субъект отношений, владеющий необходимым для деятельности ресурсом. Вследствие этого, с человеком нужно договариваться: он субъект, участник корпоративных отношений. Вместе с тем категория «человеческий

ресурс» используется, но для определения принадлежности ресурса человеку – это ресурс, использование которого в существующих условиях невозможно без согласия человека, его владельца. Безусловно человеческим ресурсом является интеллектуальный ресурс – способность человека думать, решать определенные задачи, формировать новую информацию, необходимую для деятельности.

Можно строго показать, что, фиксируя появление в системе ресурсов, их преобразование и, в том числе изменение пассивной формы ресурсов на активную, можно точно фиксировать процессы в компании. Причем не по «гагалочкам» заинтересованного сотрудника, но во многих случаях аппаратным способом и/или посредством расчетов.

Исследования в области теории деятельности и организации деятельности показали, что процесс деятельности можно определить как последовательность преобразований ресурсной базы. Причем любая деятельность может быть представлена как последовательность действий, каждое из которых относится к одной из четырех групп функциональных действий: формирование ресурсной базы, информирование участников, управление, трансформация ресурсов.

К тому же каждое из этих действий тоже требует создания определенной ресурсной базы, управления, информирования – так проявляется фрактальная природа деятельности, в частности нетривиальная структура на любом масштабе и самоподобие.

В общем случае цикл деятельности выглядит следующим образом (рис.).

- 
- 1) ресурс появляется в деятельности (в корпоративной системе):
 - вследствие передачи ресурса участником корпоративных отношений;
 - вследствие создания этого ресурса в процессе деятельности (трансформации ресурсной базы);
 - 2) ресурс переводится в активную форму (приводится в состояние, готовое к взаимодействию с человеком, соединению с активностью человека);
 - 3) объединение с активностью субъекта деятельности;
 - 4) трансформация ресурсной базы

Составлено автором по материалам исследования / Compiled by the author on the materials of the study

Рис. Цикл деятельности
Figure. Activity cycle

Следует заметить, что соответствие активности участников корпоративных отношений и активности ресурсов – необходимое условие получения результата деятельности.

Для осуществления любой деятельности необходим определенный набор ресурсов ($R_{\text{вх.}}$), часть из которых будет израсходована, а часть – использована без изменения их количества; результатом любой деятельности ($R_{\text{рез.}}$) является ресурс или совокупность ресурсов, а действие (о) формализуется следующей зависимостью: $R_{\text{вх.}} \xrightarrow{o} R_{\text{рез.}}$.

Учитывая вышесказанное, можно утверждать, что фиксация ресурсных трансформаций, переходов и активности участников корпоративных отношений позволяет однозначно фиксировать деятельность, делать ее прозрачной для компьютера и, следовательно, для руководителя, но, как уже отмечалось, принципиально важно учитывать все виды ресурсов.

Вследствие этого возникает возможность использовать это для создания программного обеспечения, предназначенного для автоматизации управленческой деятельности. Необходимо только сформировать соответствующие базы данных, которые, во-первых, позволяют зафиксировать и учитывать все виды ресурсов, включая сложноизмеримые ресурсы – интеллектуальные, информационные, социальные, организационные ресурсы и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, как показали проведенные исследования, для фиксации деятельности, отражения ее в компьютере необходимо:

- фиксировать ресурсные трансформации («ресурсный след деятельности»): возникновение, расходование, получение ресурсов, изменение распределения ресурсов, их локализации, перевод в активную форму;
- фиксировать формирование необходимой активности участников деятельности, ее синхронизацию и координацию с изменением пространственно-временной локализации ресурсов.

Активность участников корпоративных отношений рассчитывается на основе, фиксации движения информации, изменения институциональной среды, прогноза поведения участников корпоративных отношений, а также фактического распределения ресурсов.

Эта информация и использование модели социальной системы [Самосудов, 2019], позволяет сформировать имитационную модель предприятия (цифрового двойника), которую можно использовать в управленической деятельности.

Для этого, безусловно, нужно создавать специализированное программное обеспечение, поскольку распространенные сегодня программные решения не обеспечивают учет, во-первых, большинства ресурсов, используемых в деятельности (не учитываются информационные, социальные, интеллектуальные, организационные ресурсы – для них нет соответствующего места в учетных системах); во-вторых, не позволяют фиксировать ресурсные трансформации – в них просто нет соответствующего места для этого.

Безусловно, на пути создания соответствующего программного обеспечения еще много сложностей, но они уже технического характера. Методологические проблемы уже решены, по крайней мере, в основном – понимание природы корпоративной системы, социальной деятельности, активности человека и социальной системы доведено до уровня математических моделей, основные причинно-следственные связи formalizованы. Нужно лишь научиться фиксировать необходимые данные в нужном виде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Абазьева М.П. (2019). Цифровые двойники: концепция, возможности, перспективы//Наука и бизнес: пути развития. № 5 (95). С. 210–212.

Биктимиров В.Р., Ращупкина А.А. (2018). Современные методики управления качеством. Цифровой двойник//Современные научные исследования и разработки. № 8 (25). С. 34–36.

Боровков А.И., Рябов Ю.А. (2019). Цифровые двойники: определение, подходы и методы разработки//Цифровая трансформация экономики и промышленности: сборник трудов X научно-практической конференции с зарубежным участием, 20–22 июня 2019 г. / Под ред. А.В. Бабкина. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС. С. 234–245.

Государство как платформа: люди и технологии: доклад Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации. Режим доступа: <https://www.ranepa.ru/images/News/2019-01/16-01-2019-GovPlatform.pdf> (дата обращения: 27.07.2019).

Краснов Ф.В., Хасанов М.М. (2019). Цифровой двойник научной организации: подходы и методики//International journal of open information technologies. Т. 7. № 6. С. 62–66.

Курганова Н.В., Филин М.А., Черняев Д.С. [и др.] (2019). Внедрение цифровых двойников как одно из ключевых направлений цифровизации производства//International journal of open information technologies. Т. 7. № 5. С. 105–115.

Литун В.В. (2019). Оценка экономических дивидендов цифровизации общества. Технологическая перспектива в рамках евразийского пространства: новые рынки и точки экономического роста: сборник трудов 4-ой Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 13–15 дек. 2019 г. СПб.: Центр научно-информационных технологий «Астерион». С. 108–114.

Пестова Ю.В. (2019). Цифровой двойник бизнеса на примере предприятия общественного питания//Информационные технологии: сборник материалов 57-й Международной научной студенческой конференции. Новосибирск, 14–19 апр. 2019 г. Новосиб.: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет. С. 207.

Петров А.В. (2018). Имитация как основа технологии цифровых двойников//Вестник Иркутского государственного технического университета. Т. 22. № 10 (141). С. 56–66.

Самосудов М.В. (2011). Развитие теории корпоративного взаимодействия на основе решения проблемы устойчивости компаний: дис. ... док. экон. наук: 08.00.05 М.: ГУУ. 440 с.

Самосудов М.В. (2019). Концепция модели социальной системы, функционирующей в активной среде, для целей цифровизации управления: доклад на семинаре «Развитие теории и методологии управления в социальных системах». Москва, 23 мая 2019 г. Режим доступа: <http://iom.guu.ru/?p=4930> (дата обращения 27.07.2019).

REFERENCES

Abazieva M.P. (2019), “Digital twins: concept, opportunities, prospects” [“Tsifrovye dvoiniki: kontseptsiya, vozmozhnosti, perspektivy”], *Science and business: ways of development* [*Nauka i biznes: puti razvitiya*], no. 5 (95), pp. 210–212.

Biktimirov V.R., Rashchupkina A.A. (2018), “Modern methods of quality management. Digital twin” [“Sovremennye metodi upravleniya kachestvom. Tsifrovoi dvoinik”], *Modern research and development [Sovremennye nauchnye issledovaniya i razrabotki]*, no. 8 (25), pp. 34–36.

Borovkov A.I., Ryabov Yu.A. (2019), “Digital twins: definition, approaches and methods of development” [“Tsifrovye dvoiniki: opredelenie, podkhody i metody razrabotki”], *Digital transformation of economy and industry: proceedings of the X scientific-practical conference with foreign participation, June 20–22, 2019 [Tsifrovaya transformatsiya ekonomiki i promyshlennosti: sbornik trudov X nauchno-prakticheskoi konferentsii s zarubezhnym uchastiem, 20–22 iyunya 2019 g.]*, Edited by A.V. Babkin, POLITECH-PRESS, Saint Petersburg, Russia, pp. 234–245.

The state as a platform: people and technology: report of the Russian Presidential Academy of national economy and public administration [*Gosudarstvo kak platforma: lyudi i tekhnologii: doklad Rossiiskoi akademii narodnogo khozyaistva i gosudarstvennoi sluzhby pri Prezidente Rossiiskoi Federatsii*]. Available at: <https://www.ranepa.ru/images/News/2019-01/16-01-2019-GovPlatform.pdf> (accessed 27.07.2019).

Krasnov F.V., Khasanov M.M. (2019), “Digital double of scientific organization: approaches and methods” [“Tsifrovoi dvoinik nauchnoi organizatsii: podkhody i metodiki”], *International journal of open information technologies*, Vol. 7, no. 6, pp. 62–66.

Kurganova N.V., Filin M.A., Chernyaev D.S. [et al.] (2019), “Introduction of digital twins as one of the key directions of digitalization of production” [“Vnedrenie tsifrovyykh dvoinikov kak odno iz klyuchevykh napravlenii tsifrovizatsii proizvodstva”], *International journal of open information technologies*, Vol. 7, no. 5, pp. 105–115.

Litun V.V. (2019), “Evaluation of economic dividends of digitalization of the company” [“Otsenka ekonomiceskikh dividendov tsifrovizatsii obshchestva”], *Technological perspective within the framework of the Eurasian space: new markets and points of economic growth: proceedings of the 4th International Scientific Conference*. Saint Petersburg, Dec. 13–15, 2019 [*Tekhnologicheskaya perspektiva v ramkakh evraziiskogo prostranstva: novye rynki i tochki ekonomiceskogo rosta: sbornik trudov 4-oi Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii*. Sankt-Peterburg, 13–15 dek. 2019 g.], Tsentr nauchno-informatsionnykh tekhnologii “Asterion”, Saint Petersburg, Russia, pp. 108–114.

Pestova Yu.V. (2019), “Digital twin of business on the example of public catering” [“Tsifrovoi dvoinik biznesa na primere predpriyatiya obshchestvennogo pitaniya”], *Information Technologies: proceedings of the 57th International Scientific Student Conference*, Novosibirsk, April 14–19, 2019 [*Informatsionnye tekhnologii: sbornik materialov 57-i Mezhdunarodnoi nauchnoi studencheskoi konferentsii*, g. Novosibirsk, 14–19 apr. 2019 g.], Novosibirskii natsional’nyi issledovatel’skii gosudarstvennyi universitet, Novosibirsk, Russia, p. 207.

Petrov A.V. (2018), “Imitation as the basis of digital twin technology” [“Imitatsiya kak osnova tekhnologii tsifrovyykh dvoinikov”], *Bulletin of the Irkutsk state technical University [Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta]*, Vol. 22, no. 10 (141), pp. 56–66.

Samosudov M.V. (2011), Development of the theory of corporate interaction on the basis of solving the problem of company stability: Dr. Sci. (Economics) dis.: 08.00.05 [Razvitie teorii korporativnogo vzaimodeistviya na osnove resheniya problemy ustoichivosti kompanii: dis. ... dok.ekon. nauk.: 08.00.05.], State University of Management, Moscow, 440 p.

Samosudov M.V. (2019), *The concept of a model of social system functioning in an active environment for the purposes of digitalization of management: report at the seminar “Development of theory and methodology of management in social systems”*. Moscow, May 23, 2019. [*Kontsepsiya modeli sotsial’noi sistemy, funktsioniruyushchei v aktivnoi srede, dlya tselei tsifrovizatsii upravleniya: doklad na seminare “Razvitie teorii i metodologii upravleniya v sotsial’nykh sistemakh”*. Moskva, 23 maya 2019 g.]. Available at: <http://iom.guu.ru/?p=4930.8> (accessed 27.07.2019).

TRANSLATION OF FRONT REFERENCES

¹ Wikipedia (2019), *Digital twin*. Available at: <http://ru.wikipedia.org/> (accessed 27.07.2019).

² Cadfem, *Digital twin*. Available at: <https://www.cadfem-cis.ru/service/digital-twin/> (accessed 27.07.2019).

³ CNews (2018), *Digital twin*. Available at: http://data.cnews.ru/articles/2018-04-18_tsifrovye_dvoiniki_kontsepsiya_razvivaetsya (accessed 27.07.2019).