

УДК 51-74: 514.743.48

ЦИФРОВОЙ ПРОТОТИП ОРГАНИЗАЦИИ ОПЕРАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ: НОВЫЙ ЭТАП КОНСТРУИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Кутергин Владимир Алексеевич, доктор технических наук, профессор, председатель совета директоров холдинга «БФГ-Групп»

Аннотация

Статья посвящена особенностям цифровой трансформации социотехнических производственных систем. Рассматривается новая реальность, в которой вынуждены существовать производственные системы, роль, которую выполняет информация и способ ее получения, построения информационных (цифровых) моделей организации операционной деятельности социотехнических производственных систем. Обосновывается необходимость перехода в ИТ от дескриптивной точки зрения к конструктивной, от цифрового двойника к цифровому прототипу.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: информационная модель, организация деятельности предприятия, цифровой двойник, цифровой прототип.

A DIGITAL PROTOTYPE OF THE ORGANIZATION OF OPERATIONAL ACTIVITIES OF ENTERPRISES: A NEW STAGE IN THE CONSTRUCTION OF INFORMATION MODELS

Kutergin Vladimir Alekseevich, Ph.D., Professor, Chairman of the board of directors of BFG-groupHoldings.

Abstract

The article is devoted to the features of the digital transformation of sociotechnical production systems. The article considers a new reality in which production systems are forced to exist, the role that information plays and the way it is obtained, the construction of information (digital) models of the organization of operational activities of sociotechnical production systems. The necessity of transition in IT from a descriptive point of view to a constructive one, from a digital double to a digital prototype is justified.

KEYWORDS: information model, organization of enterprise activities, digital twin, digital prototype.

1. Новая реальность

Мы находимся под влиянием новых информационных технологий, поэтому разумно будет предположить, что будущее не укладывается в рамки простых проекций прошлых тенденций. Наша среда деятельности стала неопределенной и изменчивой, неясной, сложной. В этой новой реальности время, отводимое на принятие решений, качество принимаемых решений, стало самым важным фактором для предприятий. Как сказал в 1992 г. бывший исполнительный директор Intel: «Через несколько десятилетий будет две категории предприятий: быстрые и мёртвые». Деятельность производственных систем предприятий представляет собой взаимодействие субъектов, информационных ресурсов, офисных, производственных подразделений, управление которыми приводит, на выходе, к зарабатыванию прибыли посредством выполнения определенных обязательств перед

клиентами, с определенным качеством протекающих процессов. Качество продукции, конкурентоспособность предприятия в значительной степени определяется тем, как мы управляем предприятием. Можно довольно легко оценить затраты на управление, но как оценить потери от его низкой эффективности? Это на самом деле не простая задача – оценить «упущенные возможности», упущенные заказы, прибыль и многое другое. Никто в организации не имеет чёткого представления о том, как организованы процессы получения информации, формирования и принятия решений, процессы решения задач, связанных с выполнением функций управления. Как правило, имеется слабое представление не только о реальном времени, затрачиваемом на реализацию тех или иных процессов, но и о самих процессах, связанных с прогнозированием, планированием, организацией субъектов, многочисленных функций и ресурсов. Причиной этому служит функциональная разобщенность подразделений. Сотрудники функциональных подразделений плохо понимают друг друга. В лучшем случае соблюдается только административная подчиненность, вертикаль, но практически отсутствует горизонтальное взаимодействие. Все взаимоотношения с «внешним миром» осуществляются в основном лишь руководителем данного подразделения. Рядовые исполнители, как правило, выполняют предписанную им работу, не имея ясного представления, для кого она предназначается и как она связана с работой их коллег, из других подразделений. В отличие от производства, предметом труда офисных подразделений являются не материальные объекты, а данные, методы, теории, мотивация, представляющие собой неполную, «невидимую» информацию и процессы ее преобразования. На основании информации оцениваются ситуации, принимаются решения, организуется деятельность. Внедрение информационных технологий и систем обработки информации очень часто формализует и закрепляет существующий организационный хаос. Это приводит к еще большему количеству проблем в управлении деятельностью предприятий. Необходимо переосмысление роли субъектов требуемых знаний, моделей объектов и процессов, получаемой информации, организации работы разных подразделений не в интересах выполнения отдельных функций и служб, а в интересах производственной системы в целом.

2. Что такое информация

Информация представляет собой совокупность сведений об объекте, ситуации, проблеме, которая дает возможность принимать эффективные решения. В управленческом процессе информация играет первостепенную роль. Это обусловлено тем, что без наличия информации о субъекте и объекте управления, внешней и внутренней среде, невозможно управление организацией. Проблема получения информации для производственно-

экономической сферы должна рассматриваться с позиций понимания ответов на вопросы: что такое данные? что такое информация? и для чего она нужна?

Очень часто набор данных или сведений, их формирование человеком (человеческий фактор), хранение и управление, мы рассматриваем как информационную систему. Но, чтобы определить структуру данных, как информационную систему, необходимо задать вопрос, а для чего и кого эти данные нужны, на какие вопросы они позволят ответить. В задачах управления деятельностью ПС мы уже сегодня собираем огромное количество данных, говорим, что это информация, но не можем ответить на многие простые вопросы. Постоянно чего-то не хватает для обоснования и принятия решений, мы так и говорим - не хватает информации. Так что есть информация? Когда данные превращаются в информацию? Может быть тогда, когда есть возможность отвечать на вопросы, определяющие наши действия. Например, для ответа на вопрос: нужен ли зонт, когда ты идешь на работу? Придется собрать множество данных - идет ли дождь в настоящее время? В каком месте он идет? В каком направлении движутся дождевые облака? Пересекут ли они твой маршрут? Если дождя нет сейчас, то будет ли он сегодня, или какова вероятность того, что он будет? И т.п. Только в контексте ответа на поставленные вопросы можно принять решение, а может быть «не заморачиваться», например, всегда зонт носить с собой. Исходя из важности принимаемого решения, возникают требования к точности данных, их полноте, объективности, согласованности и т.п. Как правило, хранимые данные превращаются в полезную информацию после их обоснования, обработки и проверки на применимость, т.е. всегда приходится проверять, при каком наборе, точности, данных, они позволяют обосновать правильность принимаемых решений.

Из наших рассуждений видно, что информация - это те же данные, но данные не столько на входе, сколько на выходе некоторой цепочки рассуждений, преобразований, проверки на применимость. Те данные, на основании которых можно принять решение, необходимое для достижения поставленной цели, которые прошли проверку на применимость, мы можем назвать информацией. Но даже здесь мы вынуждены констатировать, что ценность получаемой информации будет зависеть от правильности наших рассуждений и действий, которые зависят от объективности использованных знаний.

Например, можно ли считать информацией данные, которые мы собираем и обрабатываем в результате деятельности предприятия. С одной стороны, например, для совета директоров, можно сказать, что это информация, которая позволяет подвести итоги деятельности предприятия за год. С другой стороны, в собранных данных

отражается результат влияния множества предпринятых действий участников. Действия участников появляются как результат оценки ими ситуаций, принимаемых решений, где по ходу их реализации возникало множество противоречий, конфликтов, непредвиденных событий. Поставим вопрос: можно ли из них извлечь новое знание, построить прогнозную модель и на ее базе принимать решения? В контексте такого вопроса данные не корректны, их не достаточно, в данных много случайного, ситуационного, из них вряд ли можно вычленить новые знания, причинно-следственные связи, построить модель будущего. Т.е. в зависимости от задаваемого вопроса на одни и те же данные можно смотреть по-разному.

Поскольку целей, вопросов, на которые необходимо получать ответы - много, приходится собирать, хранить, определенным образом группировать, обрабатывать данные, для того, чтобы появилась возможность преобразовывать их в информацию. Такого рода деятельность, связана с созданием информационного обеспечения, это важнейший элемент информационной технологии. Информационное обеспечение позволяет характеризовать структурно-функциональные свойства, состояния управляемого объекта и является основой для принятия управленческих решений.

3. Информационная модель как продукт нашей деятельности

Множество принимаемых решений всегда связано с достижением определенных целей. Сколько бы мы не обсуждали любое действие, в любом подразделении предприятия – это продукт совокупности принятых решений, получаемых в результате обработки данных. Если на входе не подготовленные, не полные, несогласованные для принятия решений данные, если наших знаний для их обработки недостаточно или они ошибочны, то принимаемые решения будут вызывать большие сомнения. На выходе мы будем иметь не адекватное, неправильное решение, своего рода «заблуждение», внедрение которого будет уводить предприятие от достижения поставленных целей. Как результат, возникнет множество проблем, необходимость постоянного «тушения пожаров», которые будут отражаться в управленческом учете в виде данных. Естественно данные будут содержать результаты всего того, что мы сами натворили. В каждом цикле принятия решений, формируется искаженная информация не только на входе, но и на выходе. Возрастают риски организации работы с искаженной реальностью, угрозы, связанные с потерей целостности информации, потерей управляемости, устойчивости предприятия.

Принимаемые решения это продукт нашей деятельности [1]. Какова природа этого продукта? Между нашими желаниями и действиями находится некоторый набор данных,

знаний, опыта, позволяющих делать оценку ситуации и создавать информационный образ того, что мы хотели бы получить, т.е. информационную модель в виде начальных, промежуточных и конечных состояний (объекта или процесса). Формируемый информационный образ, иначе модель, определяет решения, превращая их в некоторый план действий. Информация, следовательно, выступает основой идеального мыслимого плана действий по отношению к его воплощению. И если она искажена, неполна, противоречива, то и план будут обладать подобными характеристиками. Чем ниже уровень принимаемых решений, тем точнее информация. Действительно, если решение будет принимать оператор на рабочем месте, то у него в определенный момент все конкретно. Он в состоянии определить, что ему делать, поскольку он определенно мотивирован, перед станком у него лежит запас работы, у него есть оснастка, инструмент, он понимает их состояние, возможность использования и т.п. Другое дело мастер, у которого объем работ на неделю или месяц. Здесь нужно иметь гораздо больше информации, которой недостаточно для принятия однозначного решения. Существует неопределенность, множество альтернативных вариантов, из которых на поверку окажется, что не все задания реализуемы, в виду неполной информации или влияния разного рода «МЕРФИ». Чем выше уровень принимаемых решений, тем выше неопределенность, недостаточность, искаженность информации и используемых информационных моделей, тем сложнее находить правильные решения. Тем сложнее организовать операционную деятельность предприятия.

Операционная деятельность (ОД) возникает не сама по себе. Нужно подчеркнуть, что ОД это не результат взаимодействия частей и связей между ними, как это делается при построении моделей сложных технических систем. Операционная деятельность это результат организации взаимодействия между объектами (процессами, ресурсами, людьми) и субъектами деятельности (менеджерами), находящимися на разных «этажах управления», принятия решений и их исполнения. Построение эффективной организации ОД довольно сложная проблема. Дело в том, что объекты и субъекты являются сложными системами, дополнительными друг другу. Система, состоящая из иерархии субъектов управления (управляющая система) и объектов управления (управляемая система) говорят на разных языках. Субъекты, объекты управления отвечают за разные части, пользуются разными теориями, методами. Субъекты, особенно на верхних этажах управления говорят о деньгах, ресурсах, инвестициях. Объекты управления говорят о продуктах, их количестве, которые надо произвести за заданное время, продать, о требуемых материалах, ресурсах, кадрах, которые для этого необходимы. Необходимы глубинные знания, способности связывать и

согласовывать взгляды, решения, действия субъектов с природой объектов управления и целями ПС в целом. Целостность, управляемость и результативность ПС – это результат применения знаний, компетенций субъектов, проектирующих и организующих деятельность ПС в целом. Но есть принципиальное отличие в том, как развиваются наши компетенции в естественно научной сфере и с тем, что мы имеем в ПС. Когда в физике изменяются теории, то явления, которые мы наблюдаем, не изменяются. То есть поведение атома не измениться, если мы будем изучать его свойства с помощью Ньютоновской, Эйнштейновской или квантовой механики. А вот поведение ПС в существенной степени зависит от того, какими теориями пользуются субъекты деятельности, от того как и какие цели ставят, какую информацию и как собирают, как принимают и согласуют решения, насколько принятые решения адекватны внешнему миру и потребностям клиентов.

4. Информационная модель как план организации операционной деятельности

Управление деятельностью может представлять собой продукт разных теорий менеджмента. В последние годы в странах с развитой рыночной экономикой переходят от моделей функционального метода управления к моделям управления бизнес-процессами. *Модели бизнес процессного подхода* в управлении предприятием предполагают разграничение деятельности на отдельные бизнес-процессы, а управленческой системы — на блоки управления. При этом любое предприятие представляется как связанное множество бизнес-процессов, имеющих параметры входа и выхода. Для разработки информационной модели управления деятельностью формируется набор функциональных сервисов, связанных между собой через данные на выходе одного или нескольких сервисов, с данными на входе другого сервиса. Образуются цепочки из функций сервисов, которые замыкаются на выпуске продукции. По такому принципу разработаны функции программных продуктов типа ERP, MES..., которые сами по себе никогда не является решением проблем конкурентоспособности, эффективности. Если сфокусироваться только на них, то существенных улучшений не добиться. Замечено, что меньше всего от внедрения ERP, MES выигрывают собственники и топ менеджеры. Топ менеджеры предприятия должны отвечать за эффективность, конкурентоспособность, необходимость постоянного развития предприятия. Всегда остаются актуальными вопросы: насколько мы конкурентоспособны на рынке, достижимы ли поставленные цели, а если нет, что необходимо предпринять; какие ограничения мешают выбранному пути развития предприятия? Если устранить ограничения, к чему это приведет, как изменятся результаты деятельности? Что принесет нам выбранный вариант реинжиниринга или инвестиционного проекта? Если мы не можем отвечать на данные вопросы, то мы теряем управление предприятием, не понимаем: где

мы находимся? Что нужно делать завтра, через месяц для того, чтобы предприятие становилось масштабнее, лучше развивалось?

Информационная модель управления деятельностью ПС – это продукт конструктивной теории и соответствующей технологии, реализованной на интеллектуальной платформе BFG-IS, которая может ответить на поставленные вопросы и не только.

Информационная модель управления деятельностью ПС объединяет четыре уровня:

1. Модели построения и преобразования организации операционной деятельности ПС;
2. Модели управления основными бизнес-процессами (снабжение, производство, сбыт) и ресурсами, в условиях неопределенности и изменчивости внешней и внутренней среды.
3. Модели управления изменениями (развития) процессов, ресурсов первого и второго уровня.
4. Экономическая модель оценки деятельности предприятия в целом и принимаемых решений в частности.

Такая многоплановая информационная модель предназначена для формирования информационного образа путей достижения цели ПС, выраженных в виде конечных и промежуточных состояний субъектов, процессов и ресурсов, правил, отношений между параметрами состояния. Информационная модель имитационного типа. Она отражает четыре уровня деятельности, а в итоге демонстрирует функционирование системы во времени – поведение системы; причем имитируются явления (операции и их организация в пространстве и времени), составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания. Появляется возможность по исходным данным и принятым решениям оценить производственные, экономические характеристики функционирования системы, получать сведения о состояниях ресурсов, процессов в определенные моменты времени.

Четырехуровневая информационная модель позволяет определять и направлять наши действия, превращать их в некоторый план – программу того, чего бы мы хотели получить. В этом плане отражается еще не состоявшееся, но намеченная система действий, каждое из которых и есть элемент процесса достижения цели. Так же как генетический код, действуя на живую ткань, превращает его в организм, построенный по некоторому плану, информационные модели управления организацией операционной деятельности ПС преобразуют модели взаимодействия субъектов, объектов (ресурсов), процессов в способы взаимодействия, организацию, модель плана действий. План действий, отвечающий поставленным целям, становится тем информационным ядром, погружение которого в реальную производственную среду заставляет выстраивать и преобразовывать в ней

реальные объекты, процессы, ресурсы, организацию. Модель плана действий значительно шире, чем план работы ресурсов, или график движения маршрутных листов. Модель плана действий можно было бы назвать «генетическим описанием», своеобразным генетическим кодом, для процессов организации и управления деятельностью ПС. Цифровой прототип организации операционной деятельности, технология его построения, управления изменениями содержит новую систему принятия решений, новую систему коммуникаций и буквально переворачивает существующую систему управления предприятием. Появляется возможность решения задач самоорганизации, самообучения, саморазвития. Но существенно то, что этот план не существует *apriori*, как у живого объекта. Он рождается из информационной модели, получаемой как результат анализа проблемной ситуации, с помощью теоретических знаний, цифровой технологии, которые позволяют выстроить обоснованную и реализуемую, логическую последовательность действий, позволяющую устранить проблемы и достичь поставленной цели. Информация, содержащая в «генетическом описании», принципиально инвариантна к физическим свойствам ее носителей. Она является причиной принимаемых решений, организации информационных процессов, движения материальных потоков и взаимодействий между физическими объектами. В тексте информационной модели, как в «генетическом описании» содержится в некоторой закодированной форме информация о цели, требуемых ресурсах, о процессе или программе ее достижения. В силу неопределенности и изменчивости внешней и внутренней среды, для корректировки программы действий, цифровая технология имеет: механизмы исследований, поиска закономерностей, поддержки принимаемых решений.

5. Что такое цифровой двойник

Вместо понятия информационной модели объекта, системы, в последние годы используется понятие цифровой двойник. Оно имеет очень разное понимание. Попробуем с этим разобраться. Концепция цифрового двойника все больше завоевывает внимание. Это понятие впервые появилось в 2003 году после публикации статьи профессора технологического университета Флориды Майкла Гривза «Цифровые двойники: превосходство в производстве на основе виртуального прототипа завода» [3]. Однако, что это такое «цифровой двойник», каждый понимает по-своему.

Некоторые считают, что цифровой двойник является интегрированной моделью уже построенного изделия, которая призвана содержать информацию обо всех дефектах изделия и регулярно обновляться в процессе физического использования. Другие, считают, что цифровая модель, это то, что получается в результате сбора информации с датчиков,

установленных на физическом объекте, обработка которой позволяет симулировать поведение объекта в реальном мире [4]. Ни одно из определений не фокусирует внимание на моделях субъектов, объектов, связях, структуре взаимосвязанных процессов, происходящих в цифровом двойнике, как важному аспекту функционирования реального объекта, по которому можно определить степень его соответствия.

В моделях управления деятельностью производственных систем два мира – материальный и цифровой (информационный) – начинают дополнять друг друга. Особое место здесь занимает моделирование «человеческой» составляющей. Менеджеры (субъекты деятельности) отвечают за формирование целей, построение бизнес моделей, правил организации, мотивации, оценки ситуации и принятие решений.

Может ли быть создан цифровой двойник управления деятельностью ПС? Концепция «цифрового двойника» является частью индустрии 4.0 и рассматривает быстрее обнаруживать физические проблемы, точнее предсказывать их результаты и производить более качественные продукты:

во-первых, продукт обоснования, согласования, координации решений, принимаемых менеджерами различных уровней;

во-вторых, это продукт не описания, а построения информационной модели, в котором субъективные представления заменяются знаниями особенностей ресурсов, правил планирования, организации процессов, ресурсов реальной ПС;

в-третьих, технология поддержки принимаемых решений и оценки влияния возникающих событий на результаты деятельности;

в-четвертых, технология проектирования организации бизнес-процессов, ресурсов, для создания конкурентоспособных систем управления.

Цифровой двойник управления деятельностью ПС это продукт построения и преобразования интеллектуальной технологии (ИТ). Основной задачей ИТ являются автоматическое преобразование определенного набора данных в решения, связанные с задачами проектирования и управления ПС [2]. Автоматическое преобразование становится возможным, когда удастся построить алгоритмическую функцию такого преобразования с помощью интеллектуализации методов построения и преобразования цифровой модели ПС.

Модель предметной области (МОП) представляет собой *базу знаний*, состоящую из:

- системы понятий, определяющих сборочный состав продуктов, множество операционных процессов производства ДСЕ, структуру ресурсов;

- генераторов моделей структурных объектов и процессов ГМ (i);

- набора правил принятия решений (бизнес-правил $F_l, l = 1, \dots, L$), где L - число правил.

Набор значений правил определяет: способ группирования и формирований партий ДСЕ, правила запуска заданий в производство, приоритеты партий в потоке заданий на обработку у каждого рабочего центра и др. Важной особенностью МОП является осознание того факта, что набор знаний используется для решения большого количества прикладных задач. *Решить ту или иную задачу означает:* используя заданную систему правил из множества L , сгенерировать модели объектов ПС и динамической организации бизнес-процессов цифрового прототипа ПС. По результатам моделирования определить зависимость выходных величин из множества величин Y по входным величинам из множества величин X , на базе моделей объектов и процессов и предметной области.

Если коротко, то «по данным X и правилам F_l найти Y на базе знаний МОП и знаний получаемых в результате моделирования».

Цифровой двойник управления деятельностью объединяет и направляет действия на четырех уровнях:

- на самом нижнем уровне действия по организации основных бизнес-процессов и ресурсов;
- на втором уровне, действия по управлению организацией материальных потоков, бизнес-процессов, ресурсов с помощью бизнес-правил;
- на третьем уровне, действия по изменению бизнес правил второго уровня; моделей планов заказов, характеристик процессов, ресурсов, технологий первого уровня.
- на четвертом уровне, делается экономическая оценка принимаемым решениям и действиям.

Для каждой ПС цифровой двойник, правила его построения, преобразования могут уточняться по результатам реализации реальной деятельности. Наличие бизнес аналитики, интеграция со средствами диспетчеризации, развитые средства визуализации исходной, промежуточной и результирующей информации, позволяют верифицировать данные, устанавливать причинно-следственные связи, выявлять и накапливать закономерности. Цифровой двойник управления деятельностью ПС в целом интегрирует в себе системы поддержки решений менеджеров высшего и среднего звена, в различных ситуациях задействованных изделий, технологий, теорий, правил организации процессов и ресурсов.

6. От цифрового двойника к цифровому прототипу?

Результаты деятельности реальных ПС, как социотехнических систем, связаны с цепочками принятия решений людей на разных уровнях управления. Для социотехнических систем затруднено понимание того, что происходит в разных частях ПС, как принятое решение, организация тех или иных процессов и ресурсов, скажется на результатах деятельности предприятия в целом. Каждый раз, когда условия меняются, изменяется линейка продуктов, или портфель заказов перед ними встает задача разработки нового цифрового двойника. Для этих ситуаций еще нет объекта - ПС, модель которого надо построить. Наоборот, построенная модель цифрового двойника, должна объяснить нам: как строить работу реальной ПС и эффективно управлять ею в различных ситуациях. Это и есть тот фокус, в котором увязываются все имеющиеся в распоряжении маркетинговые идеи, правила, технологии, процессы, ресурсы, которые должны быть должным образом организованы и обеспечены поддержкой для принятия решений, связанных с изменением ситуаций. Поэтому мы называем нашу технологию построения не цифровых двойников, а построения цифровых прототипов управления деятельностью ПС. Разработка цифрового прототипа начинается с генерации различных вариантов, которые должны быть рассмотрены при изменении ситуации. При возникновении идеи, решении задач развития, например, принятии решения о необходимости изменения потребительских качеств, мы генерируем и отбираем лучший вариант из потенциально реализуемых, хороших. Данный вариант становится объектом исследований с целью его переноса на деятельность реальной ПС, а также изучения и постоянного совершенствования. Сегодня даже разработчики имитационных моделей в средах с описанием идут только по одной траектории, часто она не заканчивается достижением желаемого результата, поставленной цели. Технология BFG-IS позволяет рассматривать десятки альтернативных решений, каждое из которых удовлетворяет поставленным целям или позволяет объяснить: что нужно изменить, на что изменить, чтобы цели оказались достижимыми. В этом случае один из цифровых прототипов ПС реализуется, другие варианты, отражают будущее, могут быть запущены в тот момент, когда сложится необходимая конъюнктура. Параллельно идут три процесса: 1) изучение причинно-следственных связей, развитие компетенций менеджеров и специалистов; 2) совершенствование ПС и процессов принятия решений на оперативном уровне; 3) постоянное совершенствование бизнес-процессов, управление видением будущего ПС. Как результат – качество, согласованность получаемых решений, плана действий. Достижимые показатели конкурентоспособности, лежат за пределами опыта и интуиции менеджеров и специалистов.

Информационная или имитационная модель управления организацией операционной деятельности ПС – служит цифровым прототипом ПС, выступает как желаемая система в том отношении, в каком ее внешние проявления (свойства, функции) задаются его внутренним устройством (организацией взаимодействия людей, процессов, ресурсов).

О роли цифровых моделей прототипов

Есть множество решений, которые могут не соответствовать реальной действительности. И есть много предложений, которые вызывают сопротивление. Например, математик начинает с постановки задачи, а потом придумывает решение. Чтобы предложенное решение имело практическую значимость, необходимо понять степень соответствия поставленной задачи модели реальной действительности и доказать, что решение правильное. Консультант, сначала предлагает решение, а затем придумывает проблему (Нассим Николас Талеб). Чтобы решение имело практическую пользу, надо обнаружить данную проблему на предприятии и понять, что именно она является существенной для успеха предприятия. И то и другое требует понимания, веры, которые приобретаются посредством построения адекватных моделей и демонстрации результатов принятых решений на этой модели, а затем на реальной системе. Единственным критерием адекватности построенных моделей и правильности принятых решений является практика. *Если принятое решение реализуется и приносит результат, предсказанный моделью, то модель может заменить реальную систему в исследованиях, решении задач адаптивного управления или управления развитием.* Если, хотя бы один предсказанный существенный результат не реализуется и не является достижимым, отличаться от практического результата при соответствии внешних и внутренних условий, то модель должна быть дополнена, пересмотрена.

Литература

1. Кутергин В.А. Цель и целенаправленные решения в организационных системах // Сетевое научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление» www.rpravlenie.ru, том 8 № 3 (16), 2012, ст. 8, стр. 137-167.
2. Кутергин В.А. Элементы конструктивной теории управления операционной деятельностью производственных систем. // Сетевое научное издание «Устойчивое инновационное развитие: проектирование и управление». 2020. Т. 16, вып. 3 (48).
3. Michael W. Grieves Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication – LLC, 2014, 7 p.
4. Aaron Parrott, Lane Warshaw. Industry 4.0 and the digital twin technology (англ.). Deloitte Insights (12-05-2017).