

УДК 51.74

## **О ПРИРОДЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ В ТЕХНОЛОГИЯХ УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯМИ: АНАЛИТИКА**

Кутергин Владимир Алексеевич, доктор технических наук, профессор, председатель совета директоров BFG-group

### **Аннотация**

*В статье приводится аналитическая точка зрения на производственные системы как социотехнические системы и особенность их природы. Показывается ошибочность, низкая эффективность их анализа классическими методами. Обосновывается необходимость перехода от парадигмы наблюдателя на парадигму конструктора. Предлагается конструктивная точка зрения на технологию построения цифровых двойников производственных систем отвечающих заданным целям, по которым может быть настроена работа реальной производственной системы.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** производственные системы, социотехнические системы, конструктивная точка зрения, анализ производственных систем, цифровой двойник.

## **ABOUT THE NATURE OF PRODUCTION SYSTEMS IN CHANGE MANAGEMENT TECHNOLOGIES: ANALYTICS**

Kutergin Vladimir Alekseevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chairman of the Board of Directors of BFG-group

### **Abstract**

*The article gives an analytical point of view on production systems as socio-technical systems and the peculiarity of their nature. It also demonstrates the fallacy and low efficiency of their analysis by the classical methods. The necessity of transition from the observer paradigm to the designer paradigm is substantiated. A constructive point of view is proposed for the technology of building digital doubles of production systems that meet specified goals, for which the work of a real production system can be tuned.*

**KEYWORDS:** production systems, socio-technical systems, constructive point of view, production systems analysis, digital double.

### **1. Производственные системы (ПС) предприятий – что это?**

В понимание «производственная система» обычно входит взаимосвязанный набор продуктов, технологий, ресурсов, принципов, правил планирования, организовывания, контроля, методов принятия решений. В итоге все эти составляющие формируют внутренние и внешние организационные отношения между:

- поставщиками, клиентами, людьми, машинами, материалами, инструментами и т.п., которые направлены на создание (производство) ценности для клиента. Например, производственная система «Тойоты» (*Toyota Production System – TPS*) – созданные компанией «Тойота» методы, принципы, правила, применяемые предприятием для производства товаров и услуг с использованием необходимых ресурсов и направленные на организацию бездефектного

производства со скоростью, соответствующей запросам потребителей, путем устранения различных потерь. Но самое главное, что эти методы, правила и т. п. не являются догмой, а непрерывно совершенствуются в зависимости от изменяющихся условий. Кроме того, слепой перенос этих методов и правил не гарантирует успеха. Производственная система – это уникальный, постоянно изменяемый ресурс для каждого предприятия, если оно стремится быть конкурентоспособным. На выходе производственной системы – услуга или продукт, которые, так или иначе, являются производными от качества этого ресурса. Но этот ресурс невозможно купить. Он уникален для предприятия и должен постоянно меняться в зависимости от новых условий и целей. Необходимо знать и понимать: насколько конкретная производственная система эффективна, конкурентоспособна? Что необходимо в ней изменить или как улучшить? Какими методами? Как обеспечить быструю реакцию на изменения портфеля заказов, продуктовой линейки, технологий и т.п. или изменения в окружающей действительности?

## **2. Особенности современной и будущей хозяйственной среды**

*Три силы все глубже и глубже погружают сегодняшние компании в незнакомую для себя среду. М. Хаммер, Дж. Чампи обозначили эти три силы как три «К»: клиенты, конкуренция и коренные изменения.*

*Первое «К» – это клиенты. Теперь решения принимают не продавцы, а клиенты. Последние диктуют поставщикам, что они хотят получить, когда и как, и сколько готовы заплатить. Новая ситуация ломает образ жизни компаний, знающих лишь то, как им действовать на массовом рынке.*

*Более не существует понятия клиент вообще, есть только конкретный клиент, тот, с кем продавец имеет дело в настоящий момент, и тот, кто может позволить себе потакать своим личным вкусам. Массовый рынок распался на множество частей, вплоть до одного единственного клиента.*

*Второе «К» – это конкуренция. Ныне конкуренция не только усилилась, но и стала многообразной. Компании, соперничающие за рыночные ниши, изменили облик практически каждого рынка. Одинаковые товары продаются на разных рынках на абсолютно несхожих конкурентных основах: на одном рынке – на основе цены, на другом – на основе потребительского выбора, где-то – на основе качества, а на остальных – на основе обслуживания до, во время и после продажи. С падением торговых барьеров любая национальная территория любой компании стала незащищенной от иноземных конкурентов.*

*Быть крупной компанией больше не значит быть неуязвимой в конкуренции, и каждая утвердившаяся на рынке компания ныне должна внимательно следить за вновь возникающими фирмами – теми, которые только что созданы, и теми, которые уже находятся некоторое время в бизнесе, но по-прежнему функционируют на принципах агрессивного предпринимательства, характерного для их основателей.*

*Третье «К» – это коренные изменения. Мы уже знаем, что изменились клиенты и конкуренция, но то же самое произошло и с природой самих изменений. Прежде всего, изменения стали всепроникающими и постоянными. Они затрагивают постоянное развитие продуктовой линейки, технологий производства и характеристик работы производственных систем в целом. Постоянные изменения это нормальное состояние для обеспечения конкурентоспособности современного бизнеса.*

### **3. Особенности, связанные с проектированием и управлением ПС**

**Первая особенность.** Руководство предприятий часто не понимает, что улучшение работы отдельных подразделений, отдельных ресурсов не решит проблем. Наоборот, это лучший способ гарантировать снижение эффективности и в дальнейшем. *Множество предприятий пытается совершенствовать отдельные этапы работы, не понимая, как это повлияет на характеристики цепочки предприятий в целом. Предприятиям нужно строить свою работу уже не на основе разделения труда по Адаму Смиту, а на основе реинжиниринга, координации и синхронизации ключевых бизнес-процессов в достижении требуемых целей.*

#### **Пример**

*Нынешний кризис конкурентоспособности... не есть результат временного экономического спада или неблагоприятной фазы делового цикла. Фактически мы больше не можем рассчитывать на предсказуемость рисунка делового цикла: подъем, рецессия, затем вновь подъем. В современной хозяйственной среде нет ничего постоянного или предсказуемого. Невозможно прогнозировать ни рост рынка, ни потребительский спрос, ни жизненный цикл продукта, ни степень технологических изменений, ни природу конкуренции. Мир Адама Смита и его методы ведения бизнеса являются парадигмой вчерашнего дня [1].*

**Вторая особенность.** Изменяются знания, компетенции, технологии, бизнес-процессы, увеличивается число конкурентов, сокращаются жизненные циклы товаров и услуг. **В результате создается новый мир для бизнеса, который имеет свойства неопределенности,**

*изменчивости, где от бизнеса требуется гибкость и быстрая реакция.* Многие компании считают, что смогут изменяться посредством разработки корпоративных стратегий. Они строят свои планы по покупке одних активов, продаже других, смене рыночных сегментов, проектировании новой несвойственной им линейки продуктов. Подобные стратегии часто отвлекают предприятия от необходимости изменений в их реальной текущей работе. В результате предприятия перестают изобретать, улучшать характеристики и организацию бизнес-процессов, не ищут новые технологические решения, не выстраивают отношений с клиентами, не создают новые способы планирования и принятия решений, не связывают это с конкурентоспособными целями.

Часто менеджеры видят причины проблем предприятий в недостатках управления или в отсутствии современных технологий производства. Многие полагают, если внедрить современные *ERP, PLM*, приобрести станки с ЧПУ, то предприятия станут лучше и наступит их процветание. Между тем разница между успешными и неуспешными предприятиями состоит в том, что первые знают и умеют изменяться для того, чтобы делать свою работу лучше, чем другие. *Современные проблемы эффективности, с которыми столкнулись предприятия как целостные системы, – неизбежные следствия разбиения системы на части и специализация работ. В управлении предприятиями мы еще не научились мыслить системно. Убедить руководство предприятий о необходимости изменений можно только на локальном уровне, но как эти изменения отразятся на результативности работы предприятия в целом, мы не знаем.*

*Поскольку растет скорость изменений, то возрастает сложность решаемых проблем и, следовательно, тем больше времени требуется для их решения, тем короче жизнь найденных решений. Поэтому к моменту, когда мы находим решения проблем, сами проблемы уже настолько могут измениться, что найденные решения им не соответствуют. Другими словами, найденные решения относятся к проблемам, которые уже не существуют в той форме, в какой они были сформулированы.* В итоге мы имеем дело уже с другой системой, ее проблемами, отстаем от времени и если воздействуем на систему, то можем получить совершенно не тот результат, на который рассчитываем.

**Третья особенность.** Менеджмент формирует свои потребности и желания в соответствии со своим пониманием возможного. «Прорывные» технологии, бизнес-процессы, сильные решения (ликвидация противоречий, конфликтов) делают реальными достижения, о

которых менеджмент ранее даже не задумывался. Вызов, перед которым стоит большинство предприятий, требует осознания новых возможностей. Эти возможности часто скрыты от менеджмента и могут проявлять себя в технологиях, в организации бизнес-процессов и ресурсов, в новых способах планирования и организации бизнеса. Попытки применять эти возможности по интуиции или путем проб и ошибок не приведут к результату. Необходима технология, позволяющая быть навигатором для выявления и устранения разного рода барьеров для развития, – по сути, ограничений, технология, которая помогает разрушать существующие правила построения и организации бизнеса.

Сегодня ключом к развитию предприятия является не измерение и изучение чужого успеха, перенесение опыта других, а предоставление возможности видеть, планировать, организовывать, измерять успех для себя. Нужна технология управления изменениями, применимая к конкретному предприятию. Реальная ценность технологии управления изменениями определяется инструментами обнаружения, преодоления, специфических для данного предприятия противоречий и ограничений. Она подобна экспертным системам в искусственном интеллекте, которые служат помощниками менеджеров, специалистов, работающими на уровне компетенций высококвалифицированных консультантов.

**Четвертая особенность.** Чтобы понять, как работает сложная система, ее разбивают на части, анализируют эти части из понимания того, как работают части, далее пытаются извлечь понимание целого. Этот трехступенчатый процесс (1) – декомпозиция системы на части, чтобы сделать возможным анализ их работы; (2) попытаться объяснить функционирование отдельных частей в виде причинно-следственных связей; (3) попытаться объединить полученное понимание работы отдельных частей в понимание работы системы в целом. Это так называемый анализ. Сегодня анализ и исследование – это методы детерминированных подходов, которые берут свое начало из физического мира и мира машин.

Однако производственную систему мы вынуждены отнести к миру социотехнических систем. Этот мир систем имеет существенные отличия.

Производственная система – это, *во-первых*, целенаправленная система; *во-вторых*, состоит из частей, в которых люди имеют собственные цели; *в-третьих*, производственная система является частью внешнего мира, который состоит из других целенаправленных систем. Следуя логике Р. Л. Акоффа [2], производственная система должна удовлетворять следующим трем условиям:

1. Поведение каждого элемента или их совокупности, принятого решения, влияют на поведение целого. Возьмем для примера систему – живой организм. Каждая из его частей – сердце, легкие, желудок – влияет на работу целого.

2. Поведение элементов и их воздействие на целое взаимосвязаны. Это условие предписывает, чтобы поведение каждого элемента и его влияние на целое зависело от поведения, по меньшей мере, еще одного элемента. Ни один элемент не должен воздействовать на систему как целое независимо.

3. Если существуют подгруппы элементов, каждая из которых влияет на поведение целого и ни одна из них не оказывает такого влияния независимо. Другими словами, элементы системы связаны между собой таким образом, что независимые их подгруппы не могут возникнуть.

Следовательно, *система – это такое целое, которое нельзя разделить на независимые части*. Отсюда вытекают два наиболее важных свойства, которые можно отнести к производственным системам:

– каждая часть производственной системы обладает качествами, которые теряются, если их отделить от системы;

– каждая производственная система обладает такими качествами – и существенными, – которые отсутствуют у ее частей.

При изучении социотехнического мира ставится под сомнение возможность использования аналитических методов исследования (т.е. ставится под сомнение возможность изучения производственной системы в целом через анализ ее частей).

#### **4. Необходимость перехода с позиции наблюдателя на позицию конструктора**

Нужен системный взгляд, который направляет наши действия на достижение поставленных целей, построение планов их достижения, на организацию и координацию взаимодействия частей с точки зрения их синергии для вклада в целое, т. е. на предприятие в целом. Здесь требуется переход от разделения системы на части и анализа частей к синтезу системы в целом, переход из позиции НАБЛЮДАТЕЛЯ, на позицию КОНСТРУКТОРА.

Существующие теории, как правило, дескриптивны и предназначены для ответа на вопросы:

– что имеется?

– что мы знаем об объекте?

– какими свойствами он обладает?

Исходным в теориях был сам объект, конечным пунктом было знание.

Теории, решающие задачу построения плана реализации нового объекта, отвечающего заданным свойствам, должны быть конструктивными и строятся по другой схеме. Здесь исходным должно быть знание, а конечным – объект с заданными свойствами и план его построения. Сегодня накопилось достаточно работ по различным классам конструктивных теорий. К таким теориям можно отнести: синтез программ, синтез логических схем автоматов, теорию управления движением, теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ), теорию ограничений и др.

Несмотря на разнообразие предметных областей и применяемых методов, все эти теории имеют общие черты. Все они – теории целенаправленных действий, в них исходным пунктом является цель, а конечным пунктом – доказательный план ее достижения. Причем доказательство может быть только конструктивным. Основной тезис конструктивного доказательства: «если хочешь доказать существование объекта с заданными свойствами, – построй его».

Конструктивная теория формализует способ построения новых объектов из некоторого множества исходных объектов. Чтобы задать свойства этих исходных объектов, необходимо иметь дескриптивную теорию. Таким образом, конструктивная теория предполагает наличие дескриптивной, хотя может использовать ее и не в полном объеме. Может, в частности, использовать ее только неявно. Заметим, что обратное неверно. Дескриптивная теория, как правило, не предполагает наличия конструктивной. В то же время обычно неявно формулируется и используется именно некоторая конструктивная теория, базирующаяся на данной дескриптивной теории. Возможность использования дескриптивной теории в качестве базы для конструктивной является вторым критерием адекватности дескриптивной теории, не формулировавшемся явно ранее. В конструктивной теории для нас одинаково важно и получаемое утверждение, и процесс его доказательства. Доказательство в конструктивной теории должно давать нам искомый план построения конструируемого объекта. [Кутергин В.А. Инженерные теории с конструктивной точки зрения. Изд-во Лань, СПб, 2015-304 стр.]. Правильность конструктивной теории— это ее применимость, т.е. реализуемость ее доказательств. Таким образом, семантика конструктивной теории не базируется на системе истинностных значений. Кроме того, для нас центральным вопросом является не

непротиворечивость теории, а ее адекватность. Включает ли адекватность теории непротиворечивость и в каких случаях— вопрос, требующий отдельного рассмотрения.

Для того чтобы говорить о достоверности результатов или знаний, мы должны иметь инструмент их интерпретации, образующий промежуточное, связующее звено между теорией и реальностью. Этим инструментом является цифровая модель, вместе со способом ее построения и способом перевода понятий нашей теории в понятия, присущие такому объекту как производственная система. В некотором смысле цифровая модель— это обнаженная реальность или цифровой двойник производственной системы.

Для построения системной модели производственной системы, отвечающей заданным требованиям, упрощенно, можно выделить три этапа:

- 1) построение модели производственной системы в целом, частью которой являются интересующие нас части системы и их взаимодействие;
- 2) объяснение поведения и/или свойств модели производственной системы как организационного целого;
- 3) объяснение поведения или свойств интересующих нас частей с точки зрения их функции(ий) и взаимодействия с другими частями и влияния на систему в целом.

В данной последовательности синтез предшествует анализу. Системная модель производственной системы в целом, должна быть каким-то образом синтезирована. Объяснение ее работы должно быть сделано посредством анализа организации из взаимодействующих основных и вспомогательных бизнес-процессов.

## **5. Переход от анализа к синтезу**

Синтез концентрируется на целях, функциях и их характеристиках, он открывает, почему части должны взаимодействовать именно так. Анализ фокусируется на структуре взаимодействия, координации, синхронизации процессов. Поэтому анализ дает знание, а синтез – конструктивное понимание того, как можно достичь цели, какие средства для этого необходимы.

Существующие научные концепции менеджмента и теории, которые можно использовать для моделирования различных объектов и процессов, являются дескриптивными. Они описывают модели элементов, связей, структуру системы, задают воздействия и позволяют наблюдать: каким образом развиваются процессы в системе- традиционный путь применения.



Традиционно теория— совокупность понятий и утверждений. Понятия открывают некоторую предметную область, а утверждения— это некоторым образом подтвержденные общие законы рассматриваемой области. Основное назначение теории— уменьшение избыточности, вызванной избытком частных фактов, и более выпуклое выявление существенных связей. В этом смысле теория является результатом развития некоторой области знаний, обобщения некоторой совокупности моделей. На базе теории появляется возможность делать выводы, предсказывать результаты экспериментов и объяснять их, исключать тупиковые ветви. Таким образом, теория становится инструментом. Этот инструмент имеет тенденцию к отчуждению, к тому, чтобы восприниматься как нечто заранее заданное, определяющее критерии научности и не научности, т.е. парадигму данного научного клана на данный момент. У нас такая фетишизация теории недопустима. Один из принципов праксиологии— необходимость подбора наиболее подходящего инструмента для каждой конкретной работы. Поэтому всякая инструментальная теория должна в первую очередь выразить своеобразие той области, которую она отображает, что заставляет перестраивать теорию в ходе нашей деятельности. В этом смысле инструментальные теории не являются замкнутыми. Для нас теория— обобщение знаний о реальном мире, которые постоянно пополняются и перестраиваются с учетом новых фактов и целей. Эти знания должны базироваться на существенной для рассматриваемых целей информации. Знания или используемая информация могут либо описывать данные нам объекты, и тогда теория является описательной, дескриптивной, либо давать способы преобразования мира, применения знаний, и тогда она является конструктивной. Само обобщение знаний может происходить на разных уровнях формализации и абстракции— от чисто эмпирического уровня до модельного, аксиоматического или даже логического.

#### **6. О значении современных информационных технологий**

Осознание важности информации, увеличение степени ее объективности, получение ее в нужном месте, за короткое время, использование для принятия быстрых и правильных решений является причиной того, что стремительно развиваются новые концепции менеджмента и информационные технологии. Тем не менее анализ показывает, что первоначальные ожидания от пользы применения современных концепций менеджмента и информационных технологий часто оказываются завышенными, трудоемкость высокая, затрачиваемое время большое, результативность низкая.

Класс *ERP*-систем в основе своей предназначен для ведения и учета различного рода данных. Несмотря на огромные затраты на сбор различного рода данных они (*ERP*) не содержат адекватных инструментов, позволяющих получить целостное представление о том, как функционирует предприятие. Поэтому ожидания о пользе этих систем оказываются завышенными, особенно в части управления производственной системой.

Системы бизнес аналитики (*BI*), использующие анализ данных, собираемых в *ERP*, позволяют выявить только «субъективные закономерности». Проблема реальности, наличие в производственной системе конфликтов, ограничений, изменчивость, неопределенность не позволяют прогнозировать, выявлять причинно-следственные связи, эффективно влиять на требуемый результат и развитие системы в целом.

По данным *Panorama Consulting* [URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:ERP%D-1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B#cite\\_note-z-0](http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:ERP%D-1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B#cite_note-z-0)] на июль 2014 года, наиболее распространенным результатом внедрения *ERP*-системы является то, что в компании информация становится более доступной: это отмечают 42 % респондентов. 13 % отметили, что использование *ERP*-системы позволило им улучшить взаимодействие всех подразделений и частей бизнеса; 8 % смогли с помощью таких решений оптимизировать взаимодействие с клиентами; 4 % смогли увеличить производительность. А вот сократить расходы на оплату труда не смог никто, хотя в 2012 году такой результат внедрения называли 7 % опрошенных пользователей. Результативность *ERP*-внедрений все еще остается довольно невысокой. Только 31 % клиентов *SAP*, 17 % клиентов *Oracle* и ни один из клиентов *Microsoft* не отметили, что смогли добиться хотя бы 50 % ожидаемого эффекта от внедрения.

Аналитики *TAdviser* провели анализ публикаций по проблематике *ERP*-систем. Была поставлена задача – определить ключевые требования к современным *ERP*-системам. Анализ показал, что функциональное наполнение *ERP*-систем значительно расширилось. По версии *APICS* (*American Production and Inventory Control Society*, сейчас – *Association for Operations Management*) в *ERP*-системе должны быть реализованы следующие функциональные блоки:

- автоматизация управления производственными ресурсами (*Manufacturing Resource Planning* – *MRPII*);
- автоматизация управления цепочками поставок (*Supply Chain Management* – *SCM*);
- в развитие *Distribution Resource Planning* – *DRP*;

- автоматизация расширенного объемно-календарного планирования (*Advanced Planning and Scheduling – APS*);
- автоматизация управления конструкторско-технологической документацией (*Product Data Management – PDM*);
- автоматизация конечного планирования ресурсов (*Finite Resource Planning – FRP*);
- электронная коммерция (*Electronic Commerce – EC*);
- автоматизация управления взаимоотношениями с клиентами (*Customer Relationship Management, CRM*, ранее – *Sales Force Automation – SFA*);
- бизнес-аналитика (*Business Intelligence – BI*);
- конфигурирование системы (*Standalone Configuration Engine – SCE*).

В данном списке не упоминается финансовый блок, т. к. он включен в *MRPII (Financial Planning)*. Как видим, *ERP*-системы развиваются, расширяется функционал, появляются новые приложения, внедрение и использование *ERP* с дополнительными функциональными блоками становится все труднее, но эффективность управления производственными системами почему-то не приходит. В чем дело?

Производственная система сложна, она изменяется под воздействием внешних и внутренних факторов. Проблемы корректности данных, реальности, субъективности затрудняют выявление истинных причинно-следственных связей, выходят на первое место и не позволяют эффективно управлять производственной системой. Использование *ERP*, ее новых приложений, делает производственную систему еще более сложной. Формируется деятельность, направленная на сбор, хранение, обработку, корректировку огромного объема данных. Возникает необходимость решения задач стыковки, синхронизации, координации множества данных, обеспечения к ним доступа, поддержание их качества, достоверности, разных вариантов представления, визуализации. Для организации всей этой деятельности требуются дополнительные программно-аппаратные средства, привлечение значительных человеческих ресурсов, соблюдение строжайшей дисциплины по вводу и корректировке данных, постоянное наведение порядка. Внедрение *ERP* не упрощает управление и в большинстве случаев, не делает производственную систему более эффективной.

В чем дело? Каковы причины такого явления? В первом приближении это можно объяснить динамикой внешних и внутренних изменений, т. е. за время, пока делается анализ предприятий, изучаются его проблемы, формируются и утверждаются предложения по их

разрешению, много чего происходит как во внешней среде, так и внутри самого предприятия. Собранный информация, аналитика, сделанные выводы могут не отражать новых условий хозяйствования, а длительный период внедрения вообще может увести предприятие от намеченных целей. Кроме того, степень объективности, согласованности, определенности используемой информации могут быть причиной ошибок, неправильных выводов.

**Первой** из значимых характеристик предприятия как целеориентированной системы является ее взаимосвязь с внешней средой. Предприятие полностью зависит от окружающего ее мира – внешней среды. Термин «внешняя среда» включает: экономические условия, потребителей, правительственные акты, законы, конкурирующие организации, систему ценностей в обществе, технику и технологии и др. Эти взаимосвязанные факторы влияют в разной степени на все, что происходит в такой системе. Большое значение имеет тот факт, что внешняя среда, как правило, находится вне пределов влияния руководства предприятий.

**Второй** значимой характеристикой предприятия как системы является то, как она организована, насколько характеристики предприятия как организационной системы соответствуют эффективному достижению текущих и перспективных целей. Внутренняя организация бизнес-процессов определяет внешние характеристики предприятия, его конкурентоспособность, потенциал развития, устойчивое положение предприятия на рынке. Поскольку уровень поставленных целей меняется, должны изменяться характеристики организованности предприятия, поэтому гибкость, адаптируемость, устойчивость организации в изменяющихся условиях становятся важнейшими факторами успеха.

**Третьей** значимой характеристикой предприятия, которая постепенно выходит на первый план, является время реакции предприятия на внешние изменения. Конкурентоспособность и устойчивость предприятия зависят не только от характеристик организации, но и от скорости реакции предприятия на внешние и внутренние изменения. В свою очередь, это приводит к необходимости быстрой перестройки организационной системы, гибкости, скорости принятия решений. Появляется потребность в знании закономерностей реинжиниринга правил планирования, организовывания, контроля, принятия решений в изменяющихся условиях.

В цифровом мире самые значительные перемены происходят в способах, которыми мы пытаемся познать производственную систему предприятия, и в нашем представлении о сущности явлений происходящих в ней. Поэтому неслучайно появление информационных

технологий (IT) бизнес-аналитики (BI), технологий обработки большого объема данных (Big Data). Огромная и продолжающая расти литература об изменениях, процессах управления этими изменениями сосредоточивается на методах, т. е., скорее, на инструментальных, а не сущностных аспектах данной проблемы.

*Управление организацией в динамически изменяющихся условиях представляет собой сложную работу, которую нельзя выполнить успешно, руководствуясь изученными ситуациями, правилами, формулами.*

## **7. Проблемы неопределенности и изменчивости**

При управлении производственными системами приходится иметь дело с множеством людей, участвующих в управлении, имеющих свою волю, формирующих внутренне представление о ситуации, принимающих решение исходя из этого представления. Эти же люди формируют информационное пространство, достоверность информации в котором определяется их внутренними представлениями, целями и ценностями, методами принятия решений. В результате мы каждый раз имеем дело с неопределенностью управления и сложностью управления.

*Неопределенность управления* выражается тем, что при одних и тех же управляющих воздействиях на выходе можно наблюдать различные результаты.

*Сложность управления* «человеко-машинными» системами типа предприятия проявляется в том, что мы не можем построить причинно-следственные связи для каждого предпринимаемого действия.

Иначе говоря, нам трудно предсказать, как каждое предпринимаемое нами действие отразится на характеристиках системы в целом. Из-за сложности и неопределенности управления трудно говорить о каком-то наилучшем решении, идеальном проекте в каждом конкретном случае.

По словам Френсиса Бекона, которого считают основателем индуктивной методологии научного исследования: «...если нет идеала, то все можно поставить под сомнение...».

*Отсутствие идеального образа проекта, ясного представления о возможностях, ограничениях, системных характеристиках позволяет существовать множеству моделей поведения и лишает нас возможности определить результативность наших действий.*

Иначе говоря, получаемые результаты можно сравнивать между собой и оценивать их с позиций этот результат лучше – этот хуже. Но нет ответа на то, как далеко мы находимся от

того идеального результата, которого можно добиться, устраняя ограничения, противоречия, координируя действия различных подразделений

Другая сторона медали. Наблюдаемые явления, процессы производственной системы искусственны. То есть это результат того, что мы сами сотворили. Они демонстрируют себя в ситуации «как есть» только потому, что были вынуждены добиваться достижения определенных целей, решения определенных задач, приспосабливаться к текущим требованиям внешней среды. Те явления, которые не обеспечивали приспособления к внешней среде, умирали. Явления, оказавшиеся результативными, переходили в разряд «бест-практик». «Бест-практик» становится предметом подражания. Но внешняя среда, да и внутренняя среда при изучении вариантов производственных систем различны. В результате будет различна природа закономерностей. Если в естественных явлениях при идеализации все выглядит неизбежным и приобретает формы закона, то на искусственных явлениях всегда лежит печать неопределенности, свободы выбора, которая подвержена внешним влияниям и субъективным представлениям.

Такая необязательность формы искусственного явления всегда порождает вопрос о возможности научного или практического исследования подобных объектов. Сомнения вызваны, прежде всего, целенаправленным характером искусственных систем. Как «распутать» явления, которые вызваны объективными и субъективными причинами, целями и ценностями, описаниями и предписаниями? И другая, на наш взгляд, более важная проблема заключается в том, можно ли использовать эмпирические теории и закономерности систем, которые наверняка были бы другими при изменении внешних и внутренних условий существования.

Необходимо осознать, что любые целенаправленные социотехнические системы (к которым относятся и производственные системы) не имеют дела с чем-то «объективным», непреложно (обязательно) данным, идеальным, а демонстрируют нам нечто обусловленное, субъективное, зависящее от текущих внешних и внутренних обстоятельств. Социотехнические системы это человеко-машинные системы, которые образуются из:

- **технических подсистем**, включающих устройства, инструменты и технологии, преобразующие вход в выход некоторым выбранным для данной системы способом.
- **социальной подсистемы, которая** включает: нанятых в организации управленцев и сотрудников, обладающих знаниями, умениями, ценностями, требуемым отношением к

выполняемым функциям; управленческую структуру с ее правилами планирования, организации, контроля, мотивации и принятия решений.

- **внешних факторов**, среди которых должны учитываться связи организации с окружающей средой — **подсистема среды**. Производственная среда включает социальные ценности, существующие правила, государственные институты, другие организации, выступающие партнерами или конкурентами, или находящиеся в других отношениях.

Достичь высокой эффективности и результативности возможно только тогда, когда взаимодействие подсистем скоординировано, устранены противоречия, конфликты, существенные ограничения.

### **8. Производственные системы – это открытые системы?**

Открытые системы в общем случае имеют как входные, так и выходные каналы, по которым они обмениваются сигналами с внешней средой. Предполагается, что всякая открытая кибернетическая система снабжается информацией (веществом, энергией), которая образуется в результате наблюдения за внешней средой изучаемой системы. Информация передается внутрь системы. Кибернетические системы, которые постоянно обмениваются информацией с внешней средой, с целью контроля и обратной связи для корректировки своей деятельности называются открытыми. Людвиг фон Бераланфи первый предложил распространить принципы деятельности открытых систем, изучаемых им как биологом, на любые другие открытые системы, в том числе социальные и экономические. Созданная им теория была названа «общая теория систем». Когда мы описываем производственные системы, строим их модели, проводим анализ, то пользуемся языком общей теории открытых систем.

Но правильно ли мы подходим к пониманию природы и описанию моделей производственных систем в формате сложной кибернетической системы?

В 1980 году чилийские биологи У. Матурана и Ф. Варела, изучавшие живые организмы как открытые кибернетические системы пришли к иному заключению. По их мнению, живые организмы представляют собой в большей степени **закрытые системы**, чем открытые. Основу выживаемости организма составляют именно системы внутренних взаимосвязей, находящиеся в аутопоэтическом состоянии. Суть существования данных системных образований заключается в непрерывном рекурсивном процессе самовоспроизведения цепей (сетей) процессов,

порождающих их и их элементы, называемом *аутопоэзисом* (*autopoiesis* – самопорождение, самосотворение, самопроизводство) [3].

Суть существования производственных систем проявляется в рекурсивном процессе из цепочек принимаемых решений, порождающих как сами процессы, так и получаемые результаты. Действительно, элементы производственных систем обладают активностью и взаимодействием. Активность и взаимодействие элементов образуют устойчивые коммуникации и свойства в виде знаний, убеждений, правил принятия решений и организации процессов. В этом смысле начинает проявляться определенная замкнутость коммуникационных структур и формироваться само- воспроизводимая граница производственной системы, в виде повторяющихся процессов и их результатов, которая ограничивает возможность достижения требуемых целевых состояний.

*Природа производственных систем может определяться не в нашем сознании, не путем наблюдения, а путем организации взаимодействия активных субъектов, циклической и динамической организации процессов коммуникации.*

Циклическая и динамическая организация коммуникационных процессов в производственной системе формирует ее свойства: она приобретает целостность и замкнутость. Эту целостность трудно разрушить, поэтому локальные воздействия различного рода редко и не в ожидаемой степени могут повлиять на выходных характеристиках системы. Производственные системы начинают проявлять свойства закрытой замкнутой системы. С такой производственной системой трудно справиться в условиях постоянной внешней и внутренней изменчивости, при необходимости быстрой реакции на изменения. Тем не менее следует подчеркнуть, что организация коммуникационных процессов – это конкретный способ воплощения целостности, который может позволить достичь целей требуемых целей, если ты в состоянии планировать, организовывать, координировать процессы в соответствии с заданными требованиями.

## **9. Управление изменениями**

В условиях постоянно изменяющейся внутренней и внешней среды усиливается влияние времени (требуется быстрая реакция), усиливается влияние организации (важным становится то, как мы организованы), требуется непрерывное совершенствование с целью сохранения и развития конкурентных характеристик системы (устранение конфликтов, противоречий, ограничений и т. п.). Мы должны ясно отдавать себе отчет, что осуществлять изменения тяжело,



но «смертельно» не реагировать на изменения. Кризисы развития неизбежны, но преодолеть их можно только путем проектирования лучшего будущего. До тех пор, пока мы не изобретем себе лучшего будущего, мы не будем иметь никакого.

Идея «постоянного» совершенствования предприятия, т. е. «постоянной» реакции на внешние и внутренние изменения, становится чрезвычайно популярной. Но изменение активно, целенаправленно, и когда речь идет об изменении предприятия, ее управляемой и управляющей системах, или изменении целей предприятия, мы должны понимать, с чем имеем дело. Вся проблематика управления производственной системой должна быть проработана в аспекте проектирования, оценки, отбора и реализации изменений. Потребность в изменениях ускоряется. Еще недавно они были достаточно медленными, имелось время для того, чтобы человек мог к ним приспособливаться. Теперь их скорость столь велика, что ошибочная реакция или опоздание могут стоить очень дорого. Каждый день из игры выходят предприятия, которые плохо приспособились к внешним и внутренним изменениям или адаптируются слишком медленно. Адаптация к изменениям требует быстрых и значительных корректировок того, что мы делаем, и того, как мы это делаем.

Каждый из нас видит нежелательные явления, ищет ответы на вопрос: в чем причина? Каждый на своем уровне понимает и принимает решения. Цепочки из предлагаемых решений, их согласование, корректировка, реализация отражают наше мировоззрение, наше понимание, «коммуникативный взгляд» на то, что нужно, что можно, а что нельзя. Этот взгляд явно или скрыто влияет абсолютно на все, что мы думаем и делаем, получаем в результате.

## **10. Проблемы управления изменениями**

Считается, что большинство управленческих проблем, порождаемых изменениями, вытекают из неполноты данных, частоты или скорости их появления. Мы просто не успеваем их вовремя «отловить» и отрабатывать. Однако очевидно, что мы не можем эффективно реагировать на проблемы, если не понимаем природу и причины их появления. Речь идет о понимании истинных причин возникновения проблем и их влиянии на систему в целом, а не только конкретных случаев.

Причины множества проблем и нежелательных явлений могут быть глубоко спрятаны, мы часто видим только следствия. Пара «причина – следствие» – основа анализа систем, но многие из нас уже забыли, что она означает. *Одно является причиной второго, своего следствия, если причина как необходима, так и достаточна для данного следствия. Одно*

является необходимым для второго, если второе не может произойти без первого. Одно достаточно для второго, если свершение первого определенно вызывает свершение второго. Объяснение всех природных явлений с помощью одного только причинно-следственного отношения вызывает ряд вопросов, ответы на которые вскрывают недостатки детерминированного мировоззрения.

Зададимся вопросом: все ли в производственной системе является следствием некоторой причины? Ответ диктуется доминирующим убеждением о возможности полного понимания того, что происходит внутри производственной системы. Наше убеждение основано на том, что все должно рассматриваться как следствие некоей причины, в противном случае, нельзя связать объекты между собой или понять результаты их взаимодействия. Эта концепция получила название детерминизма. Она предписывает всему происходящему вероятность или выбор.

В основе концепции лежат **«...три идеи, что мир – это машина, управляемая причинно-следственными законами; что для понимания его мы должны разделить его на части; и что затем нужно, объяснив каждую часть, объединить объяснения и таким образом понять целое...»** [4].

Еще один важный вопрос, которому философы продолжающейся детерминированной эпохи отдают значительную часть своего внимания: как объяснить свободу воли, выбора цели с детерминированной точки зрения? Общепринятого ответа на такой вопрос не было, но это не создавало проблем, ибо большинство соглашалось с тем, что понятие свободы воли или выбора не необходимо для объяснения каких-либо природных явлений, в том числе поведения человека.

#### Пример

*Механика является одним из инструментов моделирования явлений, происходящих в технических системах, используемых человеком, т. е. в целенаправленной деятельности человека. Задача механики понимается или как объяснение, описание движения, или как интегрирование заданных уравнений. Но даже в постановках задач категория цели не находит себе места. Поэтому классическая механика оставила без ответа знаменитый вопрос Ньютона: «Каким образом движения тел следуют воле, и откуда инстинкт у животных?»*

Другой важный результат использования каузальности (каузальность -причинность, одна из форм связи между явлениями или событиями) в мышлении вытекает из восприятия причины как достаточной для своего следствия. Напомним, что каузальность в мышлении означает

причинную взаимообусловленность событий во времени. Это результат детерминистической точки зрения на природу явлений, при которой при воздействии одного объекта (причина) происходит соответствующее ожидаемое изменение другого объекта (следствие). Предполагалось, что причина объясняет свое следствие полностью. Ничто более не требовалось для объяснения, даже окружение. Поэтому логика детерминизма в значительной степени свободна от окружающей среды и цели, она пыталась выработать понимание природных явлений без использования понятия цели в заданных условиях. Форма закона не зависит от того, для каких целей и в какой среде я описываю движение тел.

***Например, форма второго закона Ньютона - это связь между определенными параметрами, которая не изменится, если будет изменяться окружение твердого тела.***

Характер влияния среды учитывается силой, которая имеет определенный точечный или распределенный характер. Но эта сила не изменяет форму закона, природу взаимодействия между элементами. Универсальность детерминированных законов (а их много) вытекает не из их применимости к любой системе, поскольку, строго говоря, они неприменимы ни к какой из них. Напомним, что все подобные законы построены на абстракциях.

***Например, первый закон Ньютона: «Любое тело, до тех пор, пока оно остается изолированным, сохраняет свое состояние покоя или равномерного прямолинейного движения».***

Этот закон движения считают фундаментальным в классической физике. Однако он постоянно дает повод к критике начальных положений механики. Потому что в земных условиях он не выполняется. Этот закон не учитывает влияния внешних сил, он ничего не говорит и о внутренних силах. Непонятна причина, по которой тело движется или покоится.

Природа социотехнических систем, следующих воле в изменяющихся условиях среды, иная. Существенные свойства производственной системы, взятой как целое, вытекают из взаимодействия ее частей, принятых решений, а не из действий частей, взятых в отдельности. При этом производственная система может демонстрировать в данный момент поведение, обусловленное решениями, которые, например, были приняты и применены в прошлом. Поэтому, когда производственная система расчленена, она теряет свои сущностные свойства. Во взаимодействии частей важным становится:

– то, как это целое влияет на ту систему, в которую оно входит (т. е. надсистему);

– то, как действие части соотносится с другими, а не то, как часть действует независимо от других;

– наилучшие решения для частей не являются лучшими для системы в целом.

По данной причине – и это главное – производственная система есть целое, которое нельзя изучить посредством анализа ее частей. С формальной точки зрения можно сказать, что даже если получить математическую (логическую) форму связи между предполагаемой причиной и следствием, это не есть закономерность, которую можно переносить во времени. Осознание этого факта – основной источник «проблемы реальности», а также сомнений в возможности установления причинно-следственной связи инструментами анализа. Как определить начальное состояние, принятые решения или воздействия, существенные свойства среды, которые послужили действительной причиной, порождающей данное наблюдаемое состояние – следствие? Чтобы понять поведение производственной системы в целом и свойства этой системы, требуется не анализ, а иной метод.

### **11. О необходимости перехода к целевой причинности**

Объяснение всех производственных процессов путем разделения системы на части с помощью одного только причинно-следственного отношения вызывает ряд вопросов, ответы на которые вскрывают недостатки детерминированного мировоззрения.

#### Пример

*В обычном планировании деятельности реализуемость плана изменений в целостной системе вытекает из представлений всех участников, взятых отдельно. Поэтому план считается осуществимым не больше, чем наименее осуществимая его часть. Такое убеждение и дорого и неверно. План вовсе не подобен цепи. Это система решений. Иначе говоря, план как целое обладает свойствами, отсутствующими у какой-либо его части, а последние приобретают такие свойства, которыми они не обладают, взятые отдельно.*

Поэтому возможен реализуемый план достижения цели, состоящий из частей, в отдельности неосуществимых. Возможен также нереализуемый план, состоящий из частей, каждая из которых по отдельности вполне осуществима.

Как показали Э. А. Сингер, Р. Акофф [2] и др., необходим взгляд на мир с позиции пары «производитель – продукт», который сильно отличается от взгляда с позиции «причина – следствие». Поскольку производитель только необходим, но не достаточен для продукта, его рассмотрение не может обеспечить полное понимание природы продукта. Само существование

модели изделия или технологии его производства еще не превращает его в продукт, за который клиент готов отдать деньги.

Пример

*На стыке столетий американский философ Э. А. Сингер показал, что наука, в сущности, мошенничает. Она использует два разных отношения, но оба называет причинно-следственными. Он указал, например, на два отношения: удар по колоколу в вакууме не производит звука, и когда мы говорим, что дуб произрастает из желудя. Когда мы говорим о звучании колокола, то мы имеем в виду, что причиной отсутствия звука является наличие вакуума. Здесь причинно-следственная связь определена условиями существования вещества. Желуди не являются причиной появления дуба, так как они недостаточны для этого, даже если и необходимы. Посеяв желуди в океане, в пустыне или на арктической льдине, мы не дождемся дубовой рожи. Называть отношение между желудем и дубом «вероятностным» или «недетерминированно причинным», как поступают многие ученые, – это заблуждение, поскольку, говоря о причине, невозможно иметь в виду вероятность меньшую, чем 1,0. Желудь, скорее всего, является производителем дуба, а наличие влаги является далеко не единственной причиной активизации производства дуба. Например, если желудь поместить на дно океана, дуб не вырастет.*

Нечто подобное происходит в производственной системе.

Пример

*Наряду с документацией на изделие, на превращение ее в продукт влияют: цели предприятия, компетенции, уровень технологий, уровень организации и управления производством, конкурентные изделия и их производители, условия хозяйствования, стоимость ресурсов и др.. Эти и другие необходимые условия вместе составляют окружение модели изделия, которые могут способствовать или препятствовать преобразованию его в продаваемый продукт.*

Поэтому применение связи «производитель – продукт» для объяснения любого объекта требует исследования окружения и тех целей, которым оно подчинено. Наука, изучающая свойства отношения «производитель – продукт», рассматривает это отношение в контексте выделенной среды и поставленных целей и несвободна от них. Поэтому закон, причинно-следственная связь, на основе которых формируется отношение «производитель – продукт», должен оговаривать цели и окружение, для которого он действителен. Ни один такой закон не

может быть применимым к любому окружению, даже при совпадении целей, поскольку окружающие условия не будут тогда необходимыми. Таким образом, с этой точки зрения универсальных законов для систем, следующих воле, не существует.

С помощью аргументов, которые очень сложно воспроизвести здесь, исследователи Р. Акофф и Э. А. Сингер показали, что в рамках мировоззрения с позиции «производитель – продукт» такие понятия, как «выбор», «цель» и «свобода воли», операциональны и объективно значимы [5]. Цели, задачи и идеалы целеориентированной системы могут быть установлены столь же объективно, как и число содержащихся в ней элементов. Это делает возможным рассматривать систему «телеологически» с точки зрения выхода, а не детерминистски, – с точки зрения входа.

В противовес детерминизму, а иногда в «дополнение» к нему, телеология постулирует особый вид причинности, который можно назвать целевой причинностью. Целевая причинность должна ответить на вопрос: ради какой цели должен совершаться тот или иной процесс или их совокупность?

Этот принцип «конечных причин» (*causa finalis*), согласно которому идеально постулируемая цель, конечный результат, должен оказывать объективное воздействие на ход процесса. Вот почему важна амбициозная формулировка целей, эвристическая сила которых может избавить от рассмотрения многих не эффективных вариантов построения производственных систем. Такого рода цели позволяют сделать правильный выбор в сторону продуктов, технологий, необходимых ресурсов, методов планирования, организации, системы принятия решений.

Если использовать данный особый вид причинности, то для наших построений можно вернуться к категориальной паре «причина – следствие», но использовать ее в ином смысле. Здесь *следствием* будут являться ограничения, появляющиеся при организации процесса, мешающие производственной системе добиться поставленной цели, которая является *причиной*. Традиционно процессы в подразделениях, взаимодействие между подразделениями при некоторых вариантах их построения являлись ограничениями целевых состояний, и мы традиционно решали задачи оптимизации, т. е. поиска варианта, который максимально приближал бы нас к цели. В данной постановке приоритетом являются ограничения, которым мы вынуждены подчиняться.

Постановка целей для производственной системы в целом, выявление и устранение ограничений на пути их достижения – это взгляд на будущее и желание увидеть предел возможного. Подобно тому, как анализ, или расчленение на части, является ключевым методом для физических и технических систем, ключевым моментом системного мышления для производственных систем является синтез, или взаимодействие целого.

## 12. Цели, задачи, идеалы

Признание цели как основной причины организации бизнес-процессов в производственной системе меняет приоритеты наших построений. Здесь приоритетом становится цель, а ограничения – это то, что должно находиться и меняться.

Средой для установления «причинно-следственной» связи, подчиненной поставленной цели, будет линейка продуктов, технологий их производства, ресурсы, клиенты, поставщики, организация взаимодействия между ними. Такого рода производственная среда становится объектом проектирования и управления. Она должна обладать потенциальной возможностью проявить свойства адаптивного ресурса, отвечающего поставленным целям. Причинность детерминистическая, которой подчиняются технические элементы системы, становится для производственной системы «как бы второстепенной», «как бы прикрытой», и на первое место менеджмент ставит намеченную цель и способ организации бизнес-процессов. Для достижения намеченных целей необходимо осуществить действия, в которых должно быть реализовано единство объективного детерминистического мира и целенаправленной деятельности, теологического, субъективного мира.

Среди предполагаемых действий можно выделить три важных фокуса:

- 1) задачи, ориентированные на результаты, которые предполагается получить в пределах планового периода; задачи здесь определяются как цели в заданных условиях;
- 2) цели, рассматриваемые как результаты деятельности, приближенные к идеалу, к которым мы рассчитываем приблизиться в рамках планового периода;
- 3) идеалы, как некоторые эталонные способы построения производственной системы, в которой результаты считаются недостижимыми, но приближение к ним возможно.

Возникает логическая цепочка, в которой задачи можно рассматривать как средства достижения целей, а цели – как средства приближения к идеалам. Предлагаемый здесь метод определения результатов, к которым мы стремимся, начинается с конкретизации идеалов, а затем возвращается к целям и, далее, к задачам. Выбор идеалов, которые для производственной

системы мы будем называть «эталоном» – это центральный момент интерактивного проектирования. Суть его заключается в итерационной процедуре анализа предела возможностей и соответствующих этому пределу ограничений. Для каждой возможности существуют свои ограничения. Если устранять ограничения, то расширяются возможности.

Цели в этом случае становятся объектом изучения, объектом установления их предельных значений при вариации допустимых альтернативных вариантах среды. При выбранном варианте среды решаются задачи планирования, организовывания, мотивации, осуществляется выбор приоритетов и правил для продвижения к поставленным целям.

Разработка идеализированного проекта выполняется для создания: 1) еще несуществующей или 2) перестройки уже действующей системы. Во втором варианте проекты выражают концепцию производственной системы, которую ее разработчики хотели бы иметь прямо сейчас, а не к какому-то сроку в будущем. Поэтому определять среду, в которой будет функционировать система, нет необходимости: эта среда, существующая сейчас. Тем не менее рассуждения о будущей среде являются необходимым элементом проекта. Идеализированный проект производственной системы должен обладать тремя качествами. Он должен быть:

- 1) технически реализуемым;
- 2) процессно и организационно жизнеспособным;
- 3) предусматривать возможность быстрой самонастройки и адаптации системы.

### **13. О нетривиальности производственной системы**

Предлагаемый конструктивный подход является методологией, оснащенной инструментами построения операционных, организационных и экономических проекций вариантов системной модели производственной системы предприятия будущего. Данный подход определяет наиболее короткий путь достижения целей или требований к предприятию (холдинга) путем:

- установления связей между новыми требованиями (целями) к системе и ее текущими характеристиками и ограничениями (следствиями);
- определения того, что нужно изменить, на что нужно изменить и что получится в результате;
- построения вариантов виртуальной модели производственной системы предприятия в состоянии «как должно быть», после внесения альтернативных изменений;
- демонстрации и оценки вариантов достижения целей;



– извлечения из модели плана реинжиниринга предприятия.

На аналитиках лежит работа по выдвижению предложений об улучшениях и исправлениях в системе.

Коротко остановимся на проблемах традиционных консультантов, владеющих современными методологиями менеджмента. *Все они взаимодействуют между собой, используя множество разных локальных «образов мира», критериев оценки ситуаций, правил принятия решений, необходимых для того, чтобы можно было вносить изменения в поведение системы.* Если эти изменения укладываются в привычный локальный «образ мира», многократно испытанный, можно говорить об изменениях первого уровня, которые проходят сравнительно безболезненно.

Для изменений второго уровня, где необходимо согласование и стыковка множества локальных представлений ради общей цели, необходим слом основополагающих локальных моделей. Осуществить изменение «образа мира» и правил планирования, организовывания, принятия решений для системы в целом, состоящей из множества взаимодействующих людей и соответственно множества миров, практически очень сложно.

Модель восприятия мира и принятия решений человеком закрепляется на локальном уровне. Даже в самой простой организации взаимодействия и связи между элементами измеряются тысячами. Кроме того, характер и интенсивность связей в организации постоянно меняются в зависимости от состояния самой системы. Смоделировать такую систему для конкретной ситуации (модель «как есть») традиционными средствами имитационного моделирования сложно (требует много времени) и принесет мало пользы. Причина – субъективный характер причинно-следственных связей, которые выявляются с большим запаздыванием и содержат внутри себя результаты нашего собственного влияния на поведение производственной системы. Имея дело с «искаженным представлением» о производственной системе в результате принятых решений и их внедрении для другого периода времени, мы будем иметь дело уже с другой производственной системой, а выработанное по результатам анализа управляющее воздействие вряд ли достигнет цели.

Причины такого искаженного представления кроются в ***нетривиальности производственной системы***. Австрийский физик, математик, один из основоположников кибернетики Хайнц Фон Фёрстер выделял два типа систем: тривиальные, описываемые понятным языком кибернетики, и нетривиальные, постоянно изменяющиеся и имеющие

собственную динамическую организацию. Если тривиальные системы поддаются анализу и целенаправленной организации, то нетривиальные, которые обладают огромным спектром вариантов поведения, не могут быть подвергнуты подобному анализу.

***Ключевой вопрос для нетривиальных систем: как можно поддерживать целостность для целенаправленных систем в ситуации неопределенности и изменчивости, при разнообразии возможных взаимодействий активных элементов (агентов) и вариантов их поведения?***

Хайнц Фон Фёрстер отнес нетривиальные системы к кибернетическим системам второго порядка. Он определил различие между классической кибернетикой и кибернетикой второго порядка: «...эта наука изучает кибернетические системы, состоящие из кибернетических подсистем, поэтому ее и назвали кибернетикой второго порядка» [6].

*Согласно фон Фёрстеру, мы не отражаем, а изобретаем, конструируем мир. Мы не в состоянии узнать, какой является реальность. Мы по своей природе таковы, что постоянно вновь изобретаем, конструируем нашу реальность и наше настоящее. Поскольку мир есть наше изобретение, то каждый из нас когнитивно одинок, причем безнадежно. Ибо каждый из нас воспринимает и осмысливает мир в меру своих собственных когнитивных возможностей. Каждый осваивает, инактивирует для себя свой собственный мир, конструирует свою реальность. Поэтому понятие истины является настоящим хамелеоном в истории науки и философии, который окрашивается, – в соответствии с позицией того, кто использует его, – всегда в разные цвета [7].*

Поиск причин, выявление причинно-следственных связей, принятие решений – продукты нашего сознания и влияния, а не некоторой объективной реальности, и являются существенным упрощением реальной ситуации. Взаимодействие активных элементов при наблюдениях в «искаженном мире» может еще больше исказить ситуацию для принятия решений.

***Необходим переход от наблюдения к построению, переход от дескриптивной модели мира социотехнической системы к конструктивной.***

***То, что было создано Хайнцем фон Фёрстером на базе кибернетики, Умберто Матураной и Франсиско Варелой в биологии относится к развитию конструктивной точки зрения. Человек должен не столько наблюдать, отражать, сколько строить окружающую или требуемую ему социотехническую систему, формировать и***

*организовывать ее в соответствии со своими целями, конструктивными условиями и установками.*

#### **14. Конструктивная точка зрения на управление производственной системой**

*Определим управление как конструктивный процесс, связанный с планированием, организацией, мотивацией и контролем, системой принятия решений, необходимыми для того, чтобы достигать поставленные цели предприятия.*

Основные конструктивные сущности, без которых невозможно понять смысл задач, связанных с управлением:

- сформулированная цель;
- процесс достижения цели;
- планирование;
- организация;
- обратная связь.

По сути, управление связано с правильной формулировкой цели, построением эффективного процесса достижения цели, который представляет собой устойчивую совокупность взаимосвязанных преобразований, основанных на определенной технологии, с использованием определенных ресурсов, трансформирующих входы в выходы. Результат преобразования (выход) направлен на получение заранее определенных продуктов, в определенное время, представляющих ценность для потребителя, а преобразование должно обладать эффективным набором конкурентоспособных свойств.

Часто управление мы рассматриваем как процесс контроля отклонений от заданных номенклатурных планов предприятия или финансовых показателей и выработки управляющего воздействия, которое позволит вернуть предприятие в целевое русло. Формирование целостного понимания проблемы управления как организации бизнес-процессов или построения преобразования с заданными свойствами должно идти по пути синтеза всех конструктивных сущностей, входящих в управление.

С чем мы должны иметь дело, когда пытаемся спланировать и организовать производство продукции определенной номенклатуры, объемов, к определенным датам, с определенными системными характеристиками? Наш ответ: с необходимой изменчивостью производственной системы. Почему с необходимой изменчивостью? Да потому, что существующие старые правила планирования, мотивации, ограничения, делают предприятие негибким, не

перестраиваемым. В результате наше планирование, организация бизнес-процессов и т. п. чаще не использует существующие возможности. Для того чтобы добиться получения существенно лучших показателей деятельности, требуется актуализировать изменчивость. Изменчивость формирует набор свобод, используя которые мы можем настроить предприятие как систему наилучшим в некотором смысле образом. Свободы создают нам основу для того, чтобы строить, организовывать основные и поддерживающие бизнес-процессы в соответствии со своими интересами и целями. Именно свободы изменчивости – неотъемлемый атрибут управления. Зададимся вопросами: можно ли организовывать управление предприятием (производством, снабжением, подготовкой производства), если оно не обладает необходимыми для реализации целевой задачи свободами? Очевидно, нет. Может ли управление предприятием справиться с решением некоторой поставленной задачи, если предприятие как организационная система не обладает необходимой управленческой гибкостью, т. е. опять же, не обладает достаточными степенями свободы? Тоже нет. Отсюда простая прикладная рекомендация для построения эффективных систем управления: *всякой организации управления должна предшествовать организация необходимых и достаточных свобод, в противном случае управление не может быть эффективным.*

Для того чтобы проводить изменения на предприятии, нужно освободиться от существующих ограничений, операций, правил планирования, организации, мотивации и тем самым актуализировать необходимые для реинжиниринга степени свободы.

*В этом случае управление – это функция, присущая организационным системам, но не менее существенно, что это изменяющая, целеполагающая, планирующая и организаторская функция.*

Свободы в этом определении играют роль элементов управления как системной категории, а смысл организации – в формировании между независимыми операциями связей, в изменчивости которых материализуются свободы [8]. Для раскрытия существа управления необходимо объективизировать степени свободы изучаемого предприятия как системы и исследовать разнообразие параметров состояния во времени, т. е. траекторно-временной изменчивости. Объектами изучения должны стать не только параметры настройки, но и функциональные, структурные степени свободы, используемые при организации бизнес-процессов предприятия. Тогда для каждой наилучшей, в некотором смысле, траектории можно поставить в соответствие определенные правила организации бизнес-процессов, которые

порождают связи между предприятием и поставщиками, подразделениями, операциями, ресурсами самого предприятия. В определенной степени к таким правилам можно отнести, например, правила управления цепочками поставок и\или уточненного планирования, в английской терминологии используется аббревиатура *SCM (Supply Chain Management) + APS (Advanced Planning and Scheduling)* и др.

В большинстве случаев допустимые планы или характеристики организации процессов не могут обеспечить требуемый уровень системных и\или экономических характеристик предприятия. В этом случае возникают задачи поиска и локализации подпроцессов, технологий, ресурсов, правил, противоречий, барьеров, конфликтов, которые проявляют себя как ограничения. Возникает класс задач управления изменениями, связанный с устранением ограничений до тех пор, пока требуемые характеристики основных процессов окажутся выполненными.

Основные черты конструктивной точки зрения на производственные системы:

- 1) *Наблюдение и полученное в результате анализа знание не отражает объективно «мир» производственной системы.*
- 2) *Коммуникации внутри производственной системы создают устойчивые, замкнутые, циклические формы организации взаимодействия между внутренними агентами, которые мешают и не позволяют производственной системе приспосабливаться к изменяющимся условиям.*
- 3) *Необходимо ввести механизмы управления изменениями, самоорганизации производственной системы, которая должна изменяться и строиться в соответствии с поставленной целью, изменившимися условиями, при актуализации необходимых свобод и инвариантов.*
- 4) *Необходимы инструменты, которые превращают желание быть конкурентоспособным в понимание наличия текущих и потенциальных ограничений, мешающих системе достигать поставленных целей.*
- 5) *Полученные знания об ограничениях различного типа и эффективной организации процессов уникальны для каждой конкретной производственной системы, для заданного интервала времени, а не являются суть истинными в обычном смысле.*
- 6) *Использование бест-практик чуждой производственной системы для себя не гарантирует жизнеспособность твоей системы.*

7) Целью изучения является нахождение ограничений, их устранение, формирование правил и приоритетов, которые позволяют организовывать бизнес-процессы в соответствии с заданными условиями и целями производственной системы.

8) Необходимость рассмотрения особого рода «причинно-следственной связи», где основной причиной является цель, а следствием – ограничения, мешающие ее достигнуть.

9) Принцип конечных причин, согласно которому идеально постулируемая цель, конечный результат должны оказывать объективное воздействие на построение взаимодействующих бизнес-процессов.

Мы предлагаем использовать технологию построения и преобразования моделей развития производственных систем для решения проблемы целенаправленного управления изменениями на предприятиях. При этом гарантировать возможность достижения поставленных целей путем построения и целенаправленного преобразования цифровой модели производственной системы предприятия (**цифрового двойника предприятия**) для ситуации «как должно быть». Модельная интерпретация управления изменениями различного уровня в существенной степени использует стратегию быстро реагирующего производства и модельную интерпретацию теории ограничений

Теория ограничений, стратегия быстро реагирующего производства, при наличии моделей организации деятельности предприятия (т. е. моделей, позволяющих нам определять целевую причинность или причинно-следственную связь), служат методологической базой для формирования системного взгляда на объекты управления изменениями. Появляется возможность построения цифровых двойников производственных систем и по ним уже настраивать работу реальных производственных систем. Имитация функционирования для различных внешних и внутренних условий позволяет определять системообразующие факторы, измерять и оценивать результаты принимаемых решений и тем самым определять: что необходимо изменить, на что необходимо изменять, насколько успешным будет реализация этих изменений.

Конечной целью цифровой технологии проектирования, применяемых в ней методов и инструментов целенаправленного построения, анализа и преобразования моделей производственных систем, является возможность извлечения из построенных моделей планов, обеспечивающих периодическое, успешное завершение проектов реинжиниринга производственных систем вовремя и с минимальными издержками. Технологии управления

изменениями на предприятии – это повседневная деятельность управляющей системы, ориентированной на то, чтобы добиваться желаемых результатов. Технология и соответствующее ей программное обеспечение содержит два взаимодополняющих контура управления: один, который отвечает за постоянное развитие и управление изменениями, и второй, который обеспечивает операционное управление производственной системой в условиях неопределенности и изменчивости внешней и внутренней среды.

### **15. Взаимовлияние целевых уровней, свобод и ограничений**

Когда мы реализуем некоторую цель, для достижения которой идем пешком со скоростью 5 км/ч, то имеем возможность в любое время остановиться, свернуть в сторону, отклониться от маршрута и т. п. – это наши свободы, формируемые отсутствием ограничений. Когда мы пытаемся реализовать поставленную цель с использованием, например, транспорта, то мы можем перемещаться с большей скоростью, допустим 60 км/ч. При этом наше движение будет иметь множество ограничений: остановиться где угодно уже нельзя, требуется соблюдать множество правил и т. д. Однако именно данные ограничения дают нам возможность перемещаться с большей скоростью, как результат – степень свободы перемещения из одной точки пространства в другую растет. У самолета скорость еще выше, но количество ограничений возрастает еще больше (например, самолеты взлетают и садятся только в аэропортах, на борту нельзя курить, останавливаться в пути по желанию пассажира и т. п.). Еще сильнее ограничения у космонавтов, их поведение регламентировано вплоть до процессов физиологических потребностей. Им нельзя пить, курить и много чего еще. Зато скорость их перемещения несопоставима со скоростью перемещения пешехода.

Все эти факты свидетельствуют о том, что при увеличении значения скорости перемещения объекта из одной точки пространства в другую нам приходится платить внешней свободой, т. е. мы вынуждены увеличивать количество внешних ограничений.

Нечто подобное происходит в иерархических социотехнических и социальных системах. *В них человек создает информацию с определенными **целями** и наделяет ее смыслом. А там, где есть цель, информация приобретает и **ценность**, поскольку определяет то существенное, что способствует или препятствует достижению цели [9].* Цель, стоящие за ней информация, смысл и ценность не появляются сами по себе. За этим стоит работа, потраченная энергия на определение базовых сущностей, которые являются носителями исходных степеней свободы, правил, ограничивающих поведение этих базовых сущностей.

*Например, базовыми сущностями предприятия как социотехнической системы являются люди со своими целями и интересами, продуктами, технологиями их производства, ресурсами.*

Первоначальная работа по актуализации сущностей такого рода (их количества, наделение их требуемыми свойствами) определяет потенциальные степени свободы функциональной и/или структурной организации предприятия как системы и формирует возможные уровни достижения целей. Поиски оптимального соотношения между предоставлением необходимой свободы каждому члену коллектива и разумными ограничениями этой свободы во имя формирования процессов, обладающих заданными свойствами, остаются одной из самых сложных и актуальных проблем для всех предприятий.

В конце 80-х годов прошлого века советский специалист по кибернетике и электронике Е. А. Седов выявил интересную закономерность и обосновал ее математически. Эту закономерность он назвал **законом иерархических компенсаций**.

Вот его формулировка: *рост разнообразия на верхнем уровне иерархической организации обеспечивается ограничением разнообразия на предыдущих уровнях, и, наоборот, рост разнообразия на нижнем уровне разрушает верхний уровень организации.*

Немного иначе. *Эффективный рост разнообразия на верхнем уровне структурной иерархии всегда оплачивается ограничением разнообразия на предыдущих уровнях, и, наоборот, рост разнообразия на низшем уровне оборачивается разрушением высших уровней.*

Этот закон применительно к конструктивной деятельности можно переформулировать следующим образом.

*Рост степени свободы в достижении целей на верхнем уровне иерархической организации предприятия обеспечивается ограничением разнообразия (степеней свободы) на более низких уровнях организации.*

Другая формулировка.

*Рост разнообразия (степеней свободы) на нижних уровнях организации разрушает возможности верхнего уровня организации предприятия в достижении поставленных целей.*

Таким образом, мы пришли к формулировке принципа свободы в достижении цели: чтобы иметь полную свободу в достижении высокой цели, необходимо себя существенно ограничить в разнообразии вариантов производимых действий. Мы можем наращивать степени



свободы в достижении целей более высокого уровня только тогда, когда уменьшаем локальные свободы, т. е. соблюдаем запреты.

Поэтому в некоторых случаях необходимо не развивать, а блокировать излишнее общение и взаимодействие активных элементов, что может быть не совсем воспринято приверженцами развития корпоративной культуры, но подтверждается необходимостью в соответствии с *кибернетическим законом иерархических компенсаций*.

Наука об организации целенаправленной деятельности сводится к тому, чтобы внешние цели согласовать с внутренними целями и правилами, которые становятся понятными, поскольку согласованы с конечными целями, т. е. цели и правила как ограничения не должны вызывать желания их нарушать. Локальные ограничения должны быть подчинены глобальным ограничениям. Напомним, цели, выраженные в терминах экономических и системных характеристик предприятия, – это ограничение на целевые состояния предприятия как системы.

Ограничения, формируемые на разных уровнях должны быть согласованы, или, как говорят в математике, ограничения должны быть совместными. (Принцип совместности в кн.: Корнев Г.В. Цель и приспособляемость движений. – М.: Наука, 1974. – 528с.).

Мы видим некоторую двойственность формулировки данного принципа, но это результат двух взглядов на систему: извне и изнутри. Взгляд извне иллюстрирует, как система выполняет свою внешнюю функцию посредством совокупности согласованных между собой процессов, каждый из которых выполняет подфункцию, направленную на достижение цели. Взгляд изнутри иллюстрирует, как система устроена, т. е. рассматривает ее как совокупность элементов, связей и структуры между ними, т. е. как совокупность актуализированных свобод и введенной системы связей между ними – т.е. ограничений. Суть введенной системы связей между степенями свободы - усиливать свойства, способствующие достижению выполняемых функций и нивелировать свойства, препятствующие этой задаче.

Конструктивный способ организации целенаправленной деятельности гарантирует возможность достижения поставленных целей только в том случае, если фокус будет направлен на одну-две главные цели. В противном случае в такой сложной системе, как предприятие невозможно будет добиться необходимого уровня их значений. В системе накопятся несогласуемые ограничения, полученные решения, как правило, будут компромиссными. Именно поэтому вопрос о выборе главной цели предприятия и способе ее измерения является наиболее важным.

### Литература

1. Хаммер М. Реинжиниринг корпорации: Манифест революции в бизнесе / М. Хаммер, Дж.Х. Чампи; пер. с англ. – СПб. : Изд-во С.-Пб. ун-та, 1997. – 332 с.
2. Акофф Р.Л. Планирование будущего корпорации. – М.: Прогресс, 1985. – 327 с.
3. Матурана У.Р., Варела Ф.Х. Древо познания. Биологические корни человеческого понимания, М., «Прогресс-Традиция» 2001 г., с. 40.
4. Акофф Р.Л. Вторая промышленная революция. Управление в век систем: лекция. – 1970.
5. Акофф Р.Л. О целеустремленных системах / Р. Акофф, Ф. Эмери; пер. с англ.; под ред. И.А. Ушакова. – М., Советское радио, 1974. – 272 с.
6. Кибернетика второго порядка: на пути к признанию. Стюарт. А. Амплби. Университет им. Джорджа Вашингтона. 1991. Проверено 3 февраля 2009.
7. Князева Е.Н. Эпистемологический конструктивизм / Институт философии РАН. – 21 с.
8. Смолянинов В.В. От инвариантов геометрии к инвариантам управления / В.В. Смолянинов // Интеллектуальные процессы и их моделирование. – М. : Наука, 1987. – С. 66.
9. Седов Е.А. Информационно-энтропийные свойства социальных систем / Е.А. Седов // Общественные науки и современность, 1993. – № 5. – С. 92–100.