

УДК 004:65.012.2

**СЕМАНТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ФОРМАЛИЗОВАННОГО  
УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ СИСТЕМАМИ  
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТОВАРНОГО ПРОДУКТА.  
ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНВАРИАНТНОСТЬ**

**Ивлев М.А.**

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,  
Нижний Новгород, e-mail: ivlev-ma@yandex.ru*

Решаются проблемы формализации слабоструктурированных объектов и процессов управления производственными системами при внешнем проектировании инновационного продукта. Целью формализованного управления является повышение конкурентоспособности продукции и услуг на основе разработки новых и модернизации продуктов, освоенных в производстве ранее. Сейчас в этой области используются эвристические подходы, интуитивный характер которых обуславливает вероятные ошибки при принятии управленческих решений, цена которых тем больше, чем раньше они допущены. Поставленная цель может быть достигнута за счет разработки автоматизированной системы поддержки принятия решений, создание которой предусматривает построение семантической и абстрактной теории новых моделей управления. В качестве семантической предпосылки таких моделей предлагается принять известную теорию субъективной реальности и информационной инвариантности. Показана перспективность развития этой теории на рассматриваемую предметную область на основе выявленного формального сходства процессов формирования и передачи информации с процессами производства и потребления товарного продукта. Инновационный характер продукта, обуславливающий конкурентоспособность, формируется на основе его представления как дифференцированного товара и его структурной оптимизации. Определено направление дальнейших исследований в рамках создания теоретико-семантической платформы новых моделей управления.

**Ключевые слова:** проектирование инновационного продукта, система поддержки принятия решений, семантическая основа моделей управления, субъективная реальность и информационная инвариантность

**SEMANTIC PRECONDITIONS OF THE FORMALIZED CONTROL  
OF INDUSTRIAL SYSTEMS AT DESIGNING A COMMODITY PRODUCT.  
INFORMATION INVARIANCY**

**Ivlev M.A.**

*Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod,  
e-mail: ivlev-ma@yandex.ru*

Problems of formalization of nonstructural objects and nonstructural processes of control of industrial systems at external designing of innovation product are solved. A goal of the formalized control is the increase of competitiveness of the manufacturer of production and services on the basis of creating of new products and modernization of products manufactured earlier. Now in this area the heuristic approaches are used, which intuitive character causes probable mistakes at acceptance of the administrative decisions, which price of themes is more, than earlier they are admitted. The purpose can be achieved at the expense of designing of the automated system of support of the decisions acceptance, which creation provides construction of the semantic and abstract theory of new models of objects and processes of control. As the semantic precondition of such models it is offered to accept the known theory of a subjective reality and information invariancy. Is shown the prospect of development of this theory on a considered subject domain on the basis of the revealed formal similarity of formation processes of information and transfer processes of information with processes of manufacture and consumption of a commodity product. Innovative character of a product causing its competitiveness, is formed on the basis of its representation as differentiated product and its structural optimization. The directions of the further researches are formulated within the framework of creation of a theory-semantic platform of new models are formulated.

**Keywords:** designing of innovation product, system of support of decisions acceptance, semantic basis of control models, subjective reality and information invariancy

**Постановка задачи  
и терминология исследования**

В области формализованного описания производственных систем (ПС) при проектировании товарного продукта наименее структурированы объекты и процессы управления ПС на так называемых внешних стадиях – стадиях, предшествующих конструкторско-технологической

разработке. Управление осуществляется лицом, принимающим решения (ЛПР), на эвристической основе, опираясь на известные примеры успешных практик. При этом субъективность управления обуславливает отсутствие его целенаправленности и, как следствие, – ошибки в принятии решений ЛПР. Негативные последствия этих ошибок (производство невостребованных продуктов) наиболее существенны при поставке

на рынок инновационных продуктов по инициативе производителя без конкретного заказчика при коммерческом риске разработчика и изготовителя. Решение задач управления ПС с применением формализованных методов на основе моделей объектов и процессов управления актуально при осуществлении радикальных инновационных процессов – при создании новых продуктов, анализе и оценке уровня качества выпускаемой продукции и при осуществлении инкрементальных инновационных процессов – целенаправленной и своевременной её модернизации. Перечисленные виды инновационной деятельности (ИД) являются критическими в том смысле, что они определяют инновационный характер всего жизненного цикла продукта. Если радикальные инновации кардинально меняют положение вещей в той либо иной области и связаны с изменениями принципов построения, моделей инновационных продуктов, то инкрементальные инновации представляют собой доработку уже существующих инновационных продуктов при их производстве. Необходимость последних обусловлена ограниченным временем инновационного преимущества продукта и стремлением производителя увеличить доход от рыночной реализации инновационного продукта за счет продления прибыльных фаз его жизненного цикла.

В настоящей работе в качестве основного выбран социально-экономический аспект формализованного управления. С одной стороны, такой выбор определен практической задачей исследования: применение разрабатываемых знаний и технологий должно обеспечить повышение экономической эффективности функционирования и развития организации в любых сферах продуктивной деятельности. С другой стороны, выбор такого подхода к управлению ПС обусловлен необходимостью отражения в исследовании влияния социума как потребителя продукта ИД на процессы и эффективность управления его производством. В рамках этого аспекта определим используемую терминологию.

*Производство, производственная деятельность* – любая деятельность, создающая стоимость. Термин «стоимость» имеет несколько смыслов:

1) потребительская стоимость – полезность вещи, ее способность удовлетворять какую-нибудь потребность человека (определяет предпочтение потребителя, например, при принятии решения об оценке объекта потребления в терминах «качественная вещь (способна удовлетворять по-

требность) – некачественная» (не способна удовлетворять потребность);

2) денежное выражение ценности вещи.

*Продукт производства (продукт)* – результат материального или нематериального производства, имеющий целевое значение и качественные свойства, в связи с которыми он может служить предметом (объектом) потребления. В данном исследовании представляет интерес не любой продукт, а товарный продукт (товар) – продукт труда (производства), изготовленный для обмена, продажи. В соответствии с Федеральным законом № 184-ФЗ «О техническом регулировании» продуктом производства могут быть: *продукция* как результат деятельности, представленный в материально-вещественной форме и предназначенный для дальнейшего использования, и *услуга (работа)* – действие, полезное для потребителя. В соответствии с направленностью данной работы непосредственный интерес представляют *продукты инновационной деятельности*.

*Инновационный продукт* – продукт, конкурентные преимущества которого в течение инновационной стадии обусловлены его временной новизной и временной уникальностью. Инновационная стадия – это участок жизненного цикла продукта (товара или услуги) от идеи до появления на рынке (региональном или глобальном) первого прямого продукта-конкурента, т.е. функционального заменителя (аналогичного по качеству) со сравнимой ценой.

*Качество* в соответствии со стандартом ИСО 8402-94 есть совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности. Иногда как аналоги термина «качество» применяются близкие по смыслу термины, которые означают способность товара или услуги удовлетворять потребности, а именно «полезность» и «потребительная стоимость» – термины, характеризующие продукт как предмет потребления, наличие у него свойств и качеств, позволяющих удовлетворять человеческие потребности.

*Проектирование* – процесс создания проекта – прототипа, прообраза предполагаемого или возможного объекта, состояния.

### **Требование инвариантности как ключевого компонента системного подхода к разработке моделей управления**

Важнейшим принципом системного подхода к разработке моделей действительности является принцип разработки системных классификаторов – инвариантов [1]. Инвариантный аспект системы – её категория,

остающаяся неизменной при различных преобразованиях в системе. Теория моделей, каждый из двух ее аспектов – смысловой и формальный – должны отражать инвариантные свойства моделируемых объектов действительности. Выполнение этого требования позволит специалистам, занимающимся задачами анализа и управления, применять общие принципы формирования управляющих воздействий, приводящих объект управления (ОУ) в желаемое состояние. При этом на ОУ открываются новые управляющие входы, влияющие на более «тонкие» элементы его выхода (реакции) и позволяющие более эффективно достичь требуемого результата управления.

С практической точки зрения инвариантность модели даст возможность расширить спектр доступных альтернативных (или множества допустимых) управленческих решений в отношении моделируемого объекта, что способствует принятию их более рациональных или в ряде случаев оптимальных вариантов.

Формальная инвариантность системного подхода на основе теории множеств – способность описывать структурно сходные процессы и явления, описываемые средствами различных научных областей, продемонстрирована в работе [2]. Содержательная инвариантность теории моделей в соответствии с системным подходом может быть достигнута в процессе составления семантического описания конкретной предметной области. Его задачами являются формулирование качества функционирования ОУ как системы, определение границ этой системы и задание смысловых модельных понятий. Отсюда следует важный вывод: именно смысловой, неформальный аспект теории моделей отвечает за выполнение требования инвариантности системного подхода при его практическом применении. Данный вывод согласуется с иерархической моделью управления ПС, верхний уровень которой занимает процесс построения семантического описания объекта управления [3].

Принцип инвариантов диктует создание *идеальной модели* управления, предполагающей выделение указанных выше существенных свойств объектов. Особенность идеальной модели состоит в том, что она показывает лишь принципиальные возможности получения заданных состояний объекта моделирования, а практические средства достижения этих состояний в модели могут быть не определены. Подобные модели требуют конкретизации с учетом особенностей предметной области, развития их семантической теории и идентификации

на этой основе инвариантов ОУ, раскрывающих инструменты практической реализации модели. Таким образом, этап построения (выбора) идеализированной модели принципиально необходим для упрощения реального объекта в степени, достаточной для выявления инварианта, который, в свою очередь, позволяет сформировать практически реализуемый алгоритм управления. В качестве основы указанной идеальной модели, в рамках которой будет идентифицирован системный инвариант социально-экономического субъекта, предлагается принять алгоритм многоуровневого адаптивного управления (АУ) сложным объектом (предложен в [4], пример практического применения рассмотрен в [3]).

Таким образом, поиск инвариантных аспектов ПС, адекватно описывающих их на всех, в том числе ранних стадиях жизненного цикла продукции (услуг) ПС, становится первоочередной задачей в решении проблемы построения формализованных моделей и процессов управления ПС при проектировании, мониторинге качества и развитии инновационного продукта, который рассматривается как дифференцированный товар [3, 5, 6]. Покажем целесообразность и возможность решения указанной задачи на основе развития и применения концепции субъективной реальности и информационной инвариантности [7].

#### **Концепция субъективной реальности и информационной инвариантности**

Как требует системный подход [2], для создания гибких (адаптивных) систем управления ПС нужно научиться формировать группы (классы) социально-экономических объектов, однородных по существенным свойствам. Поэтому одной из основных задач разработки формализованного управления ПС является определение ее инварианта, позволяющего реализовать данный принцип системного подхода. При ее решении необходимо учесть следующую особенность рассматриваемой предметной области.

Предмет исследований настоящей работы – подмножество социально-экономических систем, важнейшим компонентом которых является человек (разработчик, производитель, потребитель продукта). Именно поэтому необходимо проанализировать и учитывать процессы коммуникаций, осуществления выбора варианта действий активного «компонента» системы – человека и его поведения в целом. Процессы управления в таких системах невозможно совершенствовать без анализа феномена сознания с позиций восприятия, оценки лич-

ностью окружающего мира и себя в нем. Для такого анализа целесообразно применить *теорию субъективной реальности и информационной инвариантности* [7], основные положения которой с точки зрения решаемых проблем управления ПС приведены ниже.

Суть сознания определяется как «субъективно переживаемое состояние». По автору концепции – Д.И. Дубровскому человек живет в мире «субъективной реальности», ощущаемой посредством личного субъективного опыта в течение всей жизни. Поэтому такие человеческие категории, как разум и волеизъявление, свобода и самополагание, зарождаются и формируются лишь в среде субъективной реальности: «Иные ценности, все целереализующие действия немислимы вне этой формы, выражающей суть живого человеческого духа во всех его ипостасях» [7].

Важным компонентом рассматриваемой концепции является трактовка субъективной реальности как переживаемой личностью информации, которая представляет собой субъективное ощущение реального мира. Эта трактовка легла в основу одного из ключевых для решения поставленных задач положений – *положения информационной инвариантности*, значение которого, по нашему мнению, выходит за пределы той предметной области, для которой оно сформулировано Д.И. Дубровским – для анализа поведения человека как сложной самоуправляемой устойчивой системы. Ценность теории субъективной реальности и информационной инвариантности (далее для краткости – концепции информационной инвариантности) для решения проблем, поставленных в настоящей работе, обусловлена социальным аспектом ПС как объекта исследования.

Можно предположить, что в основе концепции информационной инвариантности лежит общая теория информации в целом и теория передачи информации в частности, в соответствии с которыми материальным носителем информации является физический процесс, параметры которого меняются (кодируются, модулируются) в соответствии с переносимой информацией [8]. Так, в технических системах наиболее часто, хотя и не исключительно, в качестве носителя информации используются электрические колебания. Способы изменения их параметров (варианты кодирования) различны: основными вариантами электрических носителей информации являются амплитудно-, фазо- и частотно-модулированные колебания, формируемые в процессе кодирования соответствующих

параметров колебаний. «Приемник» информации декодирует (демодулирует, детектирует) полученный кодированный носитель и извлекает таким образом из «посылки» содержащуюся в ней информацию. Таким образом, кодовая реализация комплекса «носитель + информация» (при формировании, передаче и приеме информации) для одной и той же информации может быть разной по своим физическим свойствам. С другой стороны, один и тот же носитель может «переносить» различную информацию от ее источника до получателя. В этом состоит принцип инвариантности информации по отношению к физическим свойствам ее носителя.

Вклад работы [7] в развитие принципа информационной инвариантности, актуального в решении поставленных в данной работе задач формализованного управления ПС, которое на основе информационного подхода можно трактовать как управление информационными ресурсами производственной системы при проектировании инновационного продукта, состоит в следующих положениях:

1. Показано, что картина субъективной реальности как «текущее настоящее» фактически обуславливает среду существования личности.

2. Явления субъективной реальности интерпретированы как информация о том или ином явлении действительности, следовательно, на основе общего принципа информационной инвариантности они могут вызываться различными материальными носителями этой информации.

3. Определив информацию как некоторое «значение» ее носителя для самоорганизующейся системы, автор концепции показывает её возможность выполнять каузальную функцию в задаче управления такими системами. Подчеркивается, что результат управления ими определяется именно информацией (картина мира, событий), а не физическими свойствами ее носителя самими по себе. Самоуправление состоит в формировании свойств носителя информации в соответствии с её так называемым значением, т.е. собственно информацией.

Представляется продуктивным с учетом предмета исследования эти положения развить для процессов производства и потребления продукта ПС на основе соответствующей интерпретации, составления и анализа схем информационных потоков от «источника» информации до его «приемника», как это принято в технических приложениях теории передачи информации.

Положение об информационной природе субъективной реальности поддержи-

вается и развивается и другими авторами. Так, автор работы [9] считает, что возможно взглянуть на субъективную реальность как на компонент особой информационной системы. При этом как наиболее заслуживающие внимания информационные процессы обоснованно выделяются два их вида: процесс построения и обновления субъектом модели действительности (окружающего мира) и процесс оценки успехов в удовлетворении субъектом своих потребностей в сфере субъективной реальности. В цитируемой работе её автор характеризует следующие особенности этих процессов: во-первых, создаваемая системой ощущения реальности модель представляет не все, а только некоторые [сущностные] стороны реальности, во-вторых, она представляет эти стороны в обобщенном виде, производном от нескольких так называемых элементарных свойств объективной реальности.

### Выводы

Принцип информационной инвариантности как основы механизма оценки личностью действительности и общие принципы передачи информации в технических приложениях должны быть учтены и адаптированы к решению задачи построения систем управления ПС при проектировании товарного продукта, в частности при формализации качества продукта, формировании инвариантных аспектов ПС, уточнении семантических системных связей между понятиями «продукт» и «потребительская стоимость». Отметим, что в работах [7, 9] авторы не ставили своей целью раскрыть суть этой информации и показать механизм формирования её материальных носителей в производственных системах, поэтому эти

вопросы требуют решения. С этой целью необходимо рассмотреть другие парадигмы поведения человека при принятии им решений в производстве и потреблении товарного продукта, сформированные независимо от рассмотренной концепции информационной инвариантности, но раскрывающие новые аспекты в социально-экономических отношениях людей как независимых самоуправляемых личностей (что выходит за рамки настоящей работы). К числу таких парадигм относится технологический подход к процессам потребления человеком товарных продуктов (модель К. Ланкастера).

### Список литературы

1. Росс С.И. Математическое моделирование и управление национальной экономикой: учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПб ГУ ИТМО, 2006. – 74 с.
2. Месарович М.Д. Общая теория систем и ее математические основы // Исследования по общей теории систем. – М.: Прогресс, 1969. – С.165–180.
3. Ивлев М.А. Методология и технологии управления социально-экономическими системами при проектировании и развитии инновационного продукта: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Уфа, 2014. – 32 с.
4. Растринин Л.А. Современные принципы управления сложными объектами. – М.: Советское радио, 1980. – 232 с.
5. Ивлев М.А. Методология и интерактивная технология концептуального управления производственно-экономическими системами // Организатор производства. – 2011. – № 3(50). – С. 24–28.
6. Ивлев М.А. Математические основы теории производства-потребления: определение вида, структуры и параметров моделей // Бизнес-информатика. – 2013. – № 1(23). – С. 10–18.
7. Дубровский Д.И. Сознание, мозг, искусственный интеллект: сборник статей. – М.: Evidentis, 2007. – 272 с.
8. Марченко А.Л., Марченко Е.А. Основы преобразования информационных сигналов: учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2010. – 210 с.
9. Петров А.Н. Моделирование субъективной реальности [Электронный ресурс]. – URL: [http://nouivers.narod.ru/pub/ap\\_egor.htm](http://nouivers.narod.ru/pub/ap_egor.htm). (дата обращения: 13.11.2017).