

Бутенко Людмила Николаевна

Бутенко Дмитрий Валентинович

ТЕХНОЛОГИИ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ БАЗИСЫ

Ключевые слова: технологии, изобретательство, концептуальное проектирование.

В представленной монографии исследователями обосновывается актуальность использования технологий технического творчества, место концептуального проектирования в проектировании систем, методологические базисы концептуального анализа систем, а также приводится построение модели системы на основе аппарата системологии.

Keywords: technologies, invention, conceptual design.

The researchers of this monograph describe the relevance of technical creativity technologies implementation, the role of conceptual design in the system design, methodological base of conceptual system analysis and also present the construction of the system models based on the systematology devise.

Введение

Технологии изобретательства и научно-технического творчества должны быть доступны всем и широко внедрены в учебный процесс. В настоящее время определилась перспективная область научных исследований, – проектирование систем на начальных стадиях проекта, называемая концептуальным анализом и синтезом систем или, в общем, – концептуальное проектирование (КП), в которой исследуются виды и закономерности изменений в системах в процессе их системогенеза, информационные феномены развития систем, позволяющие проектировать новые объекты техники, организационные и информационные системы, технологические процессы, а также создавать методики получения инноваций.

1. Актуальность использования технологий технического творчества

Актуальность темы обусловлена тем, что в современных рыночных условиях конкуренции главным интеллектуальным звеном инновационного процесса является генерация идей и их оформление в виде конкретных технических, экономических или организационных решений. Процессы генерации новых знаний становятся доминирующими в различных сферах деятельности человека при переходе общества в новый технологический уклад, а умение конвертировать их в изобретения, новые технологии и программные продукты, в интеллектуальную собственность – основным квалификационным требованием к современным специалистам.

Определяющим этапом для выработки инновационного замысла является стадия концептуального проектирования, – начальная стадия проектирования систем, состоящая из процессов анализа, генерации идеи, системообразования и конкретизации. Результатом является массив проектных решений новой технической, информационной или организационной системы.

2. Место и объем концептуального проектирования в проектировании систем.

Под концептуальным проектированием понимается стадия проектирования систем любого рода, на которой принимаются решения, определяющие ее последующий облик: о главной полезной функции системы, функциональной структуре, принципах действия и соответствующем техническом решении. Концептуальное проектирование по современным представлениям является первой стадией среди стадий проектирования систем. В силу неполноты и неопределенности информации на этой начальной стадии проектирования решение проблемы ее формализации представляется особенно сложным.

Технологии изобретательства в любых сферах человеческой деятельности могут быть возможными и строятся на этапе создания концепта, на этапе концептуального проектирования. КП – начальная стадия проектирования, на кото-

рой принимаются решения, определяющие последующий облик технической системы (ТС) и проводится исследование и согласование параметров созданных технических решений с возможной их организацией.

Для концептуальной стадии характерна низкая структурированность информации из предметных областей, многоаспектность протекающих процессов, отсутствие достаточной количественной информации об их динамике, нечеткость, изменчивость процессов во времени, что обуславливает большую неопределенность в принятии решений. Однако эта стадия является доминирующей в определении направления проектной работы в целом и в значительной степени влияет на результат проекта целиком. Общим результатом этой стадии является массив проектных решений новой технической, информационной или организационной системы.



Рис. 1. Концепт новой модели автомобиля Мерседес, разрабатываемого немецкими инженерами к 2014 году

Чтобы наиболее полно представить сущность концептуального проектирования необходимо понять, в чем оперирует это направление системного анализа. Сам процесс концептуального анализа и проектирования систем проводится на уровне концептов, т.е. обобщений, понятий и представляет собой совокупность интеллектуальных семантических операций, где формирование проекта новой системы может происходить как из известных наборов конструктивных вариан-

тов, так и из создаваемых вновь на том или ином пути конкретизации. Эффективное решение задачи анализа аналогов и прототипов проекта является стратегически определяющим звеном в проектировании новых изделий и технологий.

Определение понятия «концепт» довольно широко, приведем несколько основных.

Концепция, или концепт, (от лат. *conceptio* – понимание, система) – определённый способ понимания (трактовки, восприятия) какого-либо предмета, явления или процесса; основная точка зрения на предмет; руководящая идея для их систематического освещения.

Термин «концепт» употребляется также для обозначения ведущего замысла, конструктивного принципа в научной, художественной, технической, политической и других видах деятельности [2].

Концепт в философии и лингвистике – содержание понятия, смысловое значение имени (знака). Отличается от самого знака и от его предметного значения (денотата, объёма понятия). Отождествляется с понятием и сигнификатом.

Концепт в филологии – устойчивая языковая или авторская идея, имеющая традиционное выражение. То же, что мотив.

Концепт (кончетто, консепт) – художественный приём концептизма (косептизма, кончеттизма) в литературном – вычурная метафора, утончённая, неожиданная, иногда остроумная, иногда безвкусная аналогия.

Концепт – произведение концептуального искусства.

Концепт в концептно-ориентированном программировании – конструкция, состоящая из одного класса объектов и одного класса ссылок.

Концепт-арт – направление в искусстве, призванное отражать только идею, а не форму или внешние атрибуты.

Концепт – содержание понятия, смысл. Концепт – инновационная идея, содержащая в себе креативный смысл [13]. Продукт, демонстрирующий эту идею, называют Концепт-продукт, то есть выпускаемая в единственном экземпляре модель, предназначенная для демонстрации общественности. Например: Концепт-кар;

Концептуальный (нем. Konzeption < conceptio – система, совокупность, сумма) 1. Система взглядов, то или иное понимание действительности. 2. Единый определяющий взгляд, ведущая мысль произведения, научного труда.

Термин «концептуальный» обозначает характер процесса (описания, представления и т. д.) или объекта (модели, структуры, результата и т. д.), отличающийся тем, что качественная определенность объектов представляется в форме понятий.

Основной объем задач концептуального проектирования относится к ранним стадиям разработки ТС: при анализе технического задания, выработке массива вариантов технических и оформительских решений и в эскизном проектировании. Иными словами, тогда, когда определяется облик будущего изделия. Однако, и в дальнейшем, на этапах рабочего проектирования, испытаний, постановки на производство разработчики сталкиваются со сложными техническими проблемами.

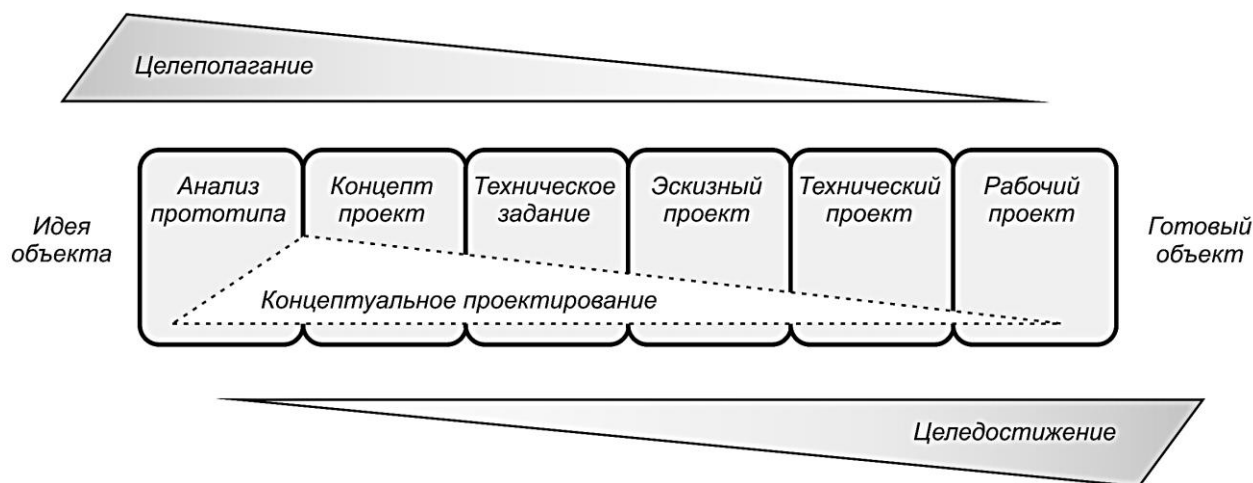


Рис. 2. Место и объем концептуального проектирования
в общем процессе проектирования

Концепция ТС имеет различные формы представления, отличающиеся уровнем проработки (конкретности).

Концептуальное проектирование – это важнейшая составляющая процесса создания нового изделия. В конечном итоге, именно число проработанных концепций будущего изделия определяет его *новизну* и *качество*, и, следовательно, его *конкурентоспособность* и *объем продаж*.

Практическое применение методов концептуального проектирования показало, что они незаменимы при решении таких задач, как:

- разработка новых устройств и технологий;
- повышение качества и снижение издержек производства;
- прогноз развития конкретной области техники;
- получение приоритета в заданной области техники;
- управление знаниями и интеллектуальной собственностью предприятия.

Концептуальное проектирование основывается на современных достижениях науки и в своем аппарате использует методы теории систем, теории множеств, теории принятия решений, философии, физики, химии, современной психологии и когнитивной психофизики.

Интенсификация процессов анализа и синтеза концептов, особенно процессов генерации новых идей, формализация этих процессов, выявление закономерностей их протекания представляет собой тенденции развития КП. Концептуальное проектирование выводит интуицию человека на другой системный уровень, придает ей широкие возможности для анализа и предвидения результатов проектной деятельности.

3. Методологические базисы концептуального анализа систем

Рассматриваемые в современной философии основные законы изменений являются связующими звеньями для современной науки и методологическим базисом для концептуального проектирования систем. Необходимое применение этих законов и основных закономерностей диалектики, как науки о развитии, позволяют сформулировать методологическое основание для построения смысловых конструкций, описывающих закономерности перехода технических и прочих систем от одного качественного состояния к другому.

Первым методологическим базисом является принцип диалектики «Об образовании Целого» [1], говорящий о том, что любой процесс или система, рассматриваемая как целое представляет собой совокупность двух противоположных полярных сущностей, которые взаимодействуют между собой, причем это взаимодействие руководится третьей регулирующей сущностью. «Нечто целое нечетно и состоит из трех: двух противоположностей и того, что ими управляет» [1].

Вторым методологическим базисом предстает философский закон «Единства и борьбы противоположностей», сформулированный на Востоке древним китайским мудрецом Лао Цзы в 5 веке до н.э. и переоткрытый европейцем Шеллингом в XIX веке. Сущность закона состоит в том, что существующие вне друг друга полюсы в равной мере взаимно предполагают и исключают друг друга. Противоположности, возникают одна из другой, переходят друг в друга, взаимно проникают и разрешают нечто новое [2]. То есть этот Закон выражает источник самодвижения и развития явлений, указывает на источник движения и развития чего бы то ни было. Закон позволяет понять всякую целостность как сложную систему, заключающую в себя составные части и элементы или тенденции.

Третьим базисом является философский закон «Отрицания отрицания», открытый Гегелем, говорящий о тенденции развития, показывает связь развивающихся стадий с удержанием всего положительного. Известно, что суть его в следующем [2]: «Развитие есть возникновение противоречия и его снятие. Развитие есть зарождение внутреннего отрицания предыдущей стадии, а затем и отрицание этого отрицания». Закон определяет:

- направление процесса развития, единство поступательности и преемственности в развитии, возникновение нового и относительной повторяемости;
- дальнейшее развитие – возникновение логического противоречия и его снятие. В этом смысле развитие – зарождение внутреннего отрицания предыдущих стадий, а затем и отрицание этого отрицания;
- последовательность циклов цепи развития, которые можно представить в виде спирали. Развитие повторяет пройденные ступени, но иначе, на более высокой базе;

– не только форму, но и темпы процесса, с каждым новым витком преодолевает больший путь, т. е. процесс развития связан с ускорением темпа.

Следующим основанием взята закономерность, высказанная Масленниковым и развитая Теслиновым, названная ими «Принципом уместности» [3]: «Всякое свойство любого явления или процесса изменений связано с другими процессами и явлениями и может быть уместным или неуместным для образования гармонии».

Греческое слово гармония (ἁρμονία) переводится как связь. Т.е. в этом контексте речь идет о том, что развитие непрерывно и образующееся новое является связным и закономерным явлением. Такая логика позволяет говорить о линиях развития систем, линиях системогенеза, где каждое звено, точка линии есть новое качественное состояние системы в процессе ее исторического (технического) развития.

Пятым базисным пунктом является понятие динамической устойчивости системы, взятое из гомеостатики [4], это образование прямых, обратных связей и перекрестных связей для создания устойчивой структуры.

Гомеостазис или гомеостаз понимается как свойство системы поддерживать постоянство состава собственных функций и внутренних свойств, параметров, ритмов и тенденций развития в границах параметров существования системы в динамике взаимодействия со средой и в результате выполнения собственных функций.

Представление о гомеостазе связано с понятиями динамической устойчивости и адаптивности. Этими принципами объясняются системные механизмы саморегуляции, которые направлены на ликвидацию последствий возмущения в тех или иных подсистемах на основе уравнивания переменных параметров со средой.

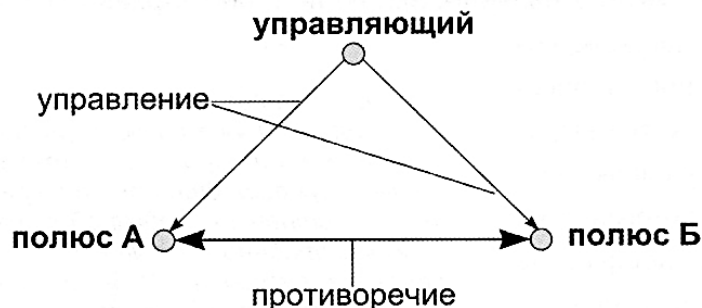


Рис. 3. Концептуальная модель гомеостатической системы

Концептуальная структура гомеостата представляется в виде треугольника [4] и является инвариантной единицей систем управления и встречается в живых, социальных экологических, технических и других сложных системах, где проявляется принцип целостности. «В этом треугольнике полюсы А и Б являются управляющими механизмами, выстроенными природой вокруг одного и того же управляемого процесса, а третий компонент представляет собой механизм, управляющий первыми двумя.» [4].

Исходя из вышеописанного следует, что свойство целостности образуется и существует в системе за счет того, что своей структуре система имеет такие информационно-управленческие образования – структурные связи, которые обеспечивают существование системы, как в статическом, так и в динамическом состояниях за счет управления внутренним противоречием системы. Т.е. целостность системы обеспечивается гомеостатическими связями. Гомеостатические отношения необходимы для обеспечения поддержания равновесия в системе в динамике, при взаимодействии функциональных элементов как внутри системы, так при их взаимодействии с внешней средой.

Границами изменчивости в пределах одного качественного состояния и, соответственно, критерием для выхода в новое качественное состояние системы являются «предельные значения целей» [4].

Исходя из понимания, что ни одна система не находится в состоянии абсолютного покоя как в целом, так и на уровне своих подсистем и элементов, це-

лостная система любой сложности являет собой непрерывно вибрирующее равновесие всех заключенных в ней противоположных свойств и качеств на каждом из иерархических уровней ее функциональной структуры. Это качество становится особенно значимым при изменяющемся влиянии внешней среды разнообразных факторов в широком диапазоне характеристик воздействий.

4. Построение модели системы на основе аппарата системологии

Концептуальный анализ как часть применяемого к системам процедур системного анализа использует многоаспектный подход к рассмотрению элементов системы, их взаимосвязей и характеристик структуры систем на уровне обобщений, концептов. Свойство целостности понимается как обобщенная характеристика объектов, обладающих сложной внутренней структурой. Такое свойство может быть выражено через интегрированность элементов системы, их самодостаточность, автономность, их противопоставленностью окружению, связанной с их внутренней активностью. Свойство целостности обеспечивает динамическую устойчивость системы.

В соответствии с тем, что принимаемые на начальных стадиях проектирования систем решения имеют определяющее влияние на эффективность их функционирования и конкурентную новизну решений, процесс концептуального проектирования систем предъявляет особые требования к обеспечению создаваемым системам такого свойства как целостность.

Несмотря на понимание приоритета холистического подхода (от греч. *holos* – целый) к проектированию систем, законченных разработанных методик анализа систем с позиций целостности в настоящее время в литературе не обнаружено. Целостность в этом подходе описывается следующим образом: конструкция целого выражает идею любого объекта, явления или процесса как составного целого. Существо идеи составного целого заключается в том, что объективные полюса в любом объекте, выражая единство его противоположных свойств, проявляют внутреннюю активность в том, что объективно притягиваются друг к другу и в этом притяжении «ищут» некоторое общее пространство – пространство синтеза. Это пространство может рассматриваться либо как исток

обоих полюсов, то есть как причина их образования, либо как результат совместного проявления [7].

Существует также подход к понятию свойства целостности как к системе, обладающей двойственностью: пока существует двойственность, существует и сама система [8]. Причем двойственность может быть внешней или внутренней. Под внутренней двойственностью понимается возможность периодического выполнения противоположных функций системы, а под внешней двойственностью понимаются такие структурные отношения, которые обеспечивают проявление противоположных свойств и качеств системы при взаимодействии со средой.

Эти положения были использованы для рассмотрения способов представления процессов исследования и проектирования систем, проявляющих свойство целостности, с позиций системологии [6].

Модель идеальной целостной системы может описываться следующим образом:

$SuperM = (M \wedge_s \neg^s M)$ для которой система объекта будет иметь вид:

Под техническими свойствами будем понимать набор свойств ТС, определяемой главной полезной функцией проектирования ТС.

Для операционного представления элементов ТС вводятся переменные, определяемые конкретной процедурой проектирования. Множество значений этих переменных называется множеством состояний.

С точки зрения реализации феномена целостности система ($SuperM$) должна представлять собой семантическую конъюнкцию двух полярных подсистем, т.е. элементы этих подсистем имеют противоположные свойства. Такая система обладает внешней двойственностью, т.е. двойственностью проявляемых ею свойств и соответственно, двойственностью внутренних свойств элементов этой системы. Операция семантической конъюнкции демонстрирует взаимосвязь противоположностей на макро и микро уровнях и определяет построение динамически устойчивой системы, что позволяет осуществлять управление целостной системой путем динамического регулирования противоположных свойств подсистем M и $\neg^s M$ и их периодического проявления.

Суть операции семантической конъюнкции заключается в реализации правил взаимодействия свойств противопоставленных подсистем так, что бы их взаимодействие не разрушало систему, придавало ей большую степень устойчивости. На структурном уровне такая операция может быть реализована отдельным управляющим элементом, – регулятором противоречия. Такой регулятор выполняет информационную функцию управления взаимодействием противопоставленных подсистем. Следуя принципу идеальности, возможно, что сам регулирующий элемент в системе отсутствует физически, но его функции выполняются, они реализованы в самих противопоставленных подсистемах.

Тогда в системологическое описание систем, реализующих свойства целостности, необходимо включить управляющий элемент, необходимый для осуществления управления операция семантической конъюнкции:

$$SuperM=(M \wedge_s \neg^s M, R), \quad (2)$$

где R – управляющий элемент, регулятор управления противоположных свойств.

Исходя из этого концептуальная модель системы, с учетом свойства целостности, будет иметь вид треугольника и выглядеть следующим образом, представленном на рисунке 5, где показано наличие в структуре системы противоположных подсистем A и B , и управляющей подсистемы R . Регулятор R осуществляет управление проявлением противоположных свойств.

На уровне описания подчиненности функций системы свойство целостности должно быть выражено реализацией такой структуры системы, которая обеспечивает возможность сохранения состава выполняемых функций в их динамическом двойственном взаимном противоположенном действии между собой и при внешних возмущениях системы. Учитывая, что [9] фундаментальным основанием в современной науке понятия о динамической устойчивости системы является идея гомеостаза, становится возможным применить её для понимания свойства целостности в аспекте согласованного управляемого противоречия функций системы.

Гомеостазис или гомеостаз понимается как свойство системы поддерживать постоянство состава собственных функций и внутренних свойств, в границах параметров существования системы в динамике взаимодействия со средой и в результате выполнения собственных функций. Представление о гомеостазе связано с понятиями динамической устойчивости и адаптивности. Этими принципами объясняются системные механизмы саморегуляции, которые направлены на ликвидацию последствий возмущения в тех или иных подсистемах на основе уравнивания переменных параметров со средой.

Концептуальная структура гомеостата представляется в виде треугольника [4] и является инвариантной единицей систем управления и встречается в живых, социальных экологических, технических и других сложных системах, где проявляется принцип целостности. «В этом треугольнике полюсы А и Б являются управляющими механизмами, выстроенными природой вокруг одного и того же управляемого процесса, а третий компонент представляет собой механизм, управляющий первыми двумя.» [4].

Признание гомеостата инвариантной системной единицей управления объясняется способностью такой структуры нахождения адекватных реакций на возмущение внешней среды в процессе динамического изменения параметров при любой сложности организации системы.

Гомеостат – структура управления материальными объектами, содержащая прямые, обратные и перекрестные связи, обеспечивающая в процессе своей работы поддержание гомеостаза посредством управления внутренним противоречием системы.

Гомеостаты могут соединяться между собой, вновь образуя самоподобную, гомеостатическую структуру. Однако структура сложных систем не может полностью состоять из гомеостатов. Степень организации системы, с точки зрения проявления свойства целостности системы, на всех уровнях ее организации может быть различной. Динамически устойчивым должно быть ядро системы, а выполнение специфических функций, вынесенных на периферию, не обязательно

должно отвечать требованиям динамической устойчивости, что объясняет феномен старения любой системы.

Исходя из вышеописанного следует, что свойство целостности образуется и существует в системе за счет того, что своей структуре система имеет такие информационно-управленческие образования – структурные связи, которые обеспечивают существование системы, как в статическом, так и в динамическом состояниях за счет управления внутренним противоречием системы. Т.е. целостность системы обеспечивается гомеостатическими связями. Гомеостатические отношения необходимы для обеспечения поддержания равновесия в системе в динамике, при взаимодействии функциональных элементов как внутри системы, так при их взаимодействии с внешней средой.

Также можно сделать вывод о том, что в любой системе будут наличествовать структурные отношения для поддержания гомеостаза системы и отличные от них структурные отношения. Этому будет соответствовать наличие групп функциональных элементов системы, которые включены в гомеостатические отношения для проявления свойства целостности и наличие прочих функциональных элементов и таких групп, которые данные отношения не поддерживают и не могут отвечать за проявление свойства целостности.

Конечный облик системы должен быть описан следующим образом:

$$SuperM=(M \wedge_s \neg^s M, R), \quad (3)$$

где R – управляющий элемент, регулятор управления противоположных свойств.

Учитывая, что фундаментальным основанием в современной науке понятия о динамической устойчивости системы является идея гомеостаза [9], а само понятие о согласованном управляемом противоречии лежит в основе свойства целостности, то становится возможным и необходимым применить эти понятия для построения процедур концептуального анализа систем и системного анализа в целом.

Система на каждом уровне представляет собой следующую триаду, – семантическую конъюнкцию двух полярных по свойствам подсистем, т.е. элементы

этих систем обладают противоположными свойствами. В состав системы в качестве фактора целостности входит управляющий подсистема, в которой в том или ином виде хранится образ объекта управления, образ внешней и внутренней среды, то есть некоторый информационный портрет ситуации в виде совокупности сведений обо всех элементах и связях.

Таким образом, показано, что части, элементы, подсистемы целостных систем обладают интегративными свойствами, которые выражены в виде подсистемы регулятора-распорядителя. Проявление целостности, как интегративного свойства объединяет элементы системы и обуславливает появление новых свойств не присущих другим типам систем, характеризующихся разной степенью разобщенности их элементов.

Выводы

Результаты работы применяются для различных областей знаний при решении задач анализа и проектирования технических и информационных систем, а также в курсовом и дипломном проектировании, в подготовке магистерских выпускных работ в высших учебных заведениях, т.е. в тех областях научных разработок, где главным требованием является требование научной новизны.

На основе теоретических разработок получены практические методы, позволяющие производить анализ и постановку задачи на начальных этапах проектирования.

Методики применяются для разнообразных классов технических систем. Эффективность ее применения может быть достигнута привлечением экспертов в данных областях знаний, например, ведущих преподавателей, как экспертов при использовании в учебном процессе, в дипломном проектировании и магистерских работах в технических дисциплинах. Методы концептуального анализа систем на основе принципа целостности внедрены в учебный процесс ВолгГТУ по дисциплинам «Концептуальное проектирование технических объектов», «Методы анализа и синтеза технических решений», используются для выполнения исследовательских работ, а также в проектировании бакалаврских и магистерских работ.

Список литературы

1. Масленников В.Г. Теория и практика диалектического мышления / В.Г. Масленников, А.Г. Теслинов. – Жуковский: МИМ ЛИНК, 1999. – 132 с.
2. Философский энциклопедический словарь. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – 840 с.
3. Масленников В.Г. Теория перемен Опыт соединения древнего и современного знания. – М.: Глобус, 2000. – 251с.
4. Горский Ю.М. Гомеостатика: гармония в игре противоречий / Ю.М. Горский, А.М. Степанов, А.Г. Теслинов. – Иркутск: Репроцентр А1, 2008. – 634 с.
5. Бутенко Д.В. Моделирование систем антикризисного управления на основе гомеостатического подхода / Д.В. Бутенко, Л.Н. Бутенко, Р.С. Бугрий, Я.С. Кошечкин // Современные проблемы науки и образования: электрон. науч. журнал / РАЕ. – 2014. – №3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/117-13768>
6. Бутенко Д.В. Системологическое представление технической системы // Концептуальное проектирование в образовании, технике и технологии. Межвуз. сб. трудов. – Волгоград, 1997.
7. Теслинов А.Г. Развитие систем управления: методология и концептуальные структуры. – М.: Глобус, 1998.
8. Горский Ю.М. Информационная трактовка закона единства и борьбы противоположностей // Экспресс-информация. – Иркутск: Из-во Иркутской государственной экономической академии, 1996. – 40 с.

Бутенко Людмила Николаевна – д-р хим. наук, профессор ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Россия, Волгоград.

Бутенко Дмитрий Валентинович – канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Россия, Волгоград.
