

Развитие принципов системного анализа как методологической основы разработки и применения его методов

Development of the principles of systems analysis as a methodological basis for the development and application of its methods

УДК 303.7

Получено: 16.05.2021

Одобрено: 06.06.2021

Опубликовано: 25.06.2021

Тебекин А.В.

д-р техн. наук, д-р экон. наук, профессор, почетный работник науки и техники Российской Федерации, профессор кафедры менеджмента Московского государственного института международных отношений (Университета) МИД России; e-mail: Tebekin@gmail.com

Tebekin A.V.

Doctor of Engineering, Doctor of Economics, professor, honorary worker of science and technology of the Russian Federation, professor of department of management of the Moscow State Institute of International Relations (University) MFA of Russia, e-mail: Tebekin@gmail.com

Тебекин П.А.

главный эксперт отдела сопровождения информационных коммуникаций АО «Альфа-Банк»

Tebekin P.A.

Chief Expert of the Information Communications Support Department, Alfa-Bank JSC

Егорова А.А.

ведущий специалист отдела НИОКР ООО «Научно-технический центр «Интайр»

Egorova A.A.

Leading Specialist of the R&D Department, Scientific and Technical Center Intayr

Аннотация

Рассмотрены вопросы динамики развития принципов системного анализа как методологической основы разработки и применения его методов применительно к сложным прикладным объектам исследования, обеспечивающих на основе обработки информации (включая технологии анализа, моделирования и принятия решений о совершенствовании процессов управления и оптимизации управляемых систем) целенаправленного воздействия человека на объекты исследования с целью повышения эффективности их функционирования. Дополнительно к наиболее часто используемым 15-ти принципам системного анализа предложено еще 45 принципов системного анализа, отражающих динамику условий использования сложных систем и технологий построения этих систем.

Ключевые слова: развитие принципов, системный анализ, методологические основы, разработка и применение методов.

Abstract

The issues of the dynamics of the development of the principles of system analysis as a methodological basis for the development and application of its methods in relation to complex applied research objects, providing, on the basis of information processing (including analysis technologies, modeling and decision-making on improving the control processes and optimization of controlled systems), the purposeful human impact on objects research to improve the efficiency of their functioning. In addition to the most frequently used 15 principles of system analysis, 45 more principles of system analysis are proposed, reflecting the dynamics of the conditions for using complex systems and technologies for constructing these systems.

Keywords: development of principles, systems analysis, methodological foundations, development and application of methods.

Введение

Системный анализ как прикладное направление теории систем, связанное с решением сложных слабо формализуемых проблем [1], возникнув на базе теории исследования операций в середине XX в., сегодня сам является базовой основой прикладной системологии.

Прикладная системология связана с постановкой и решением прикладных задач разработки, проектирования, создания и управления сложных технических систем в широком спектре направлений использования.

Создание подобного рода сложных технических систем связано не только с увеличением сложности самих систем в условиях ускорения научно-технического прогресса [2], ростом многообразия внутренних и внешних функциональных связей систем, требований эволюции структуры и характеристик системы на основе инжинирингового и реинжинирингового подходов, но с принципиальным ростом их многообразия в условиях кастомизации при переходе от массового и крупносерийного производства, присущих индустриальной эпохе, к мелкосерийному и единичному производству (путем индивидуализации продукции под запросы конкретных пользователей путём внесения конструктивно-технологических изменений), присущих постиндустриальной эпохе [3].

Ускорение ускорения научно-технического прогресса при одновременном росте многообразия многообразий сложных технических систем закономерно требует адекватного развития системного анализа.

Цель исследования

Целью представленного исследования является систематизации принципов системного анализа, состав и содержание которых развивается адекватно существующим процессам развития научно-технического прогресса.

Методическая база исследований

Методическую базу исследований составили известные научные работы по развитию системного анализа таких авторов, как Андрейчиков А.В. [4], Баринов В.А. [5], Вдовин В.М. [6], Громова Е.Н. [7], Данелян Т.Я. [8], Качала В.В. [9], Северцев Н.А. [10], Тимченко Т.Н. [11], Шумский А.А. [12], Яковлев С.В. [13] и др.

Методическую базу исследований также составили авторские наработки по теме исследований [14, 15].

Основное содержание исследований

При исследовании процессов развития принципов системного анализа как методологической основы разработки и применения его методов будем исходить из их места в методологии системного анализа как научной дисциплины, направленной на исследование сложных объектов посредством представления их в качестве систем и последующего анализа этих систем (рис. 1).

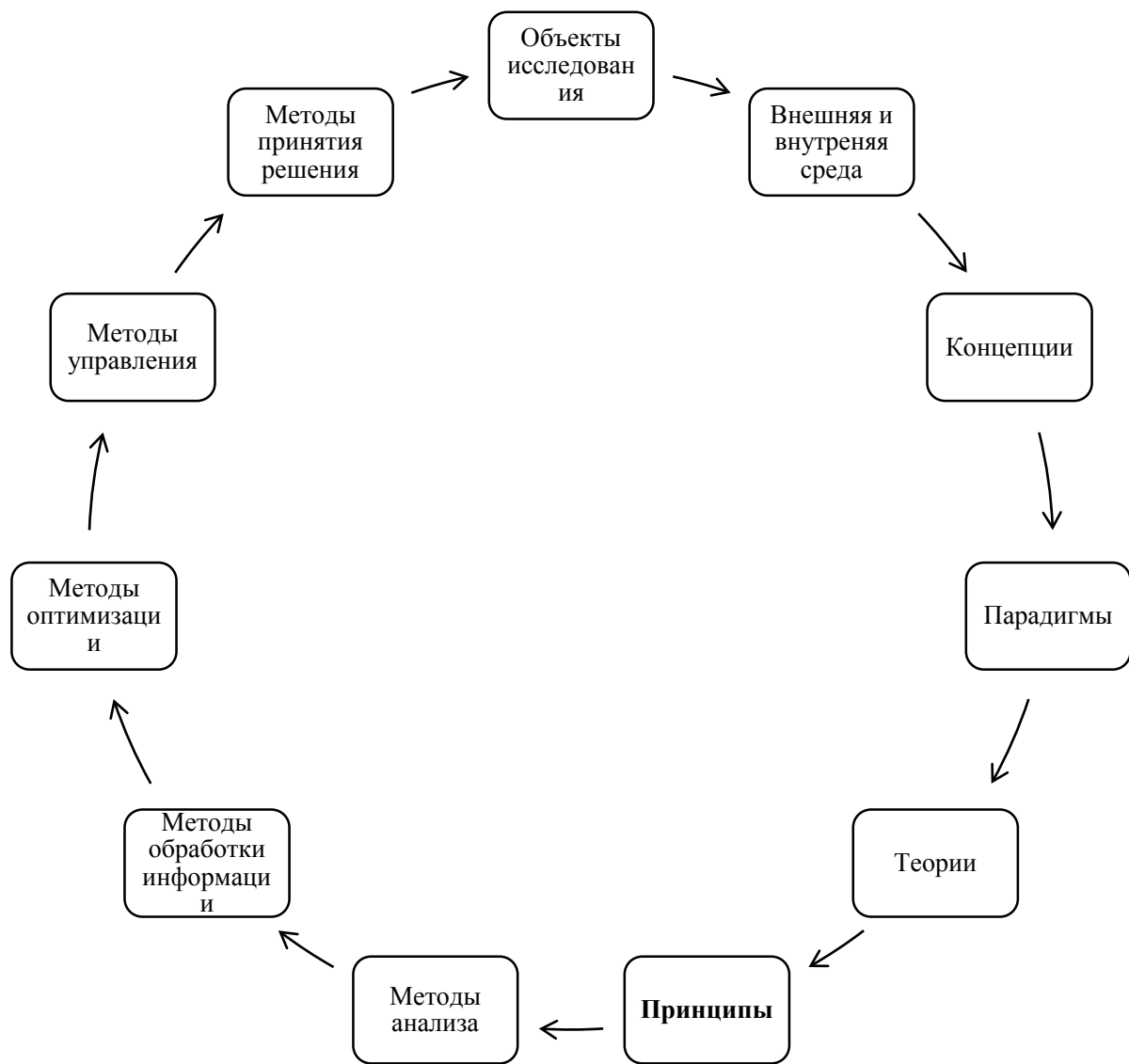


Рис. 1. Место принципов системного анализа в методологии системного анализа

Обратим внимание на то, что использование различных методов системного анализа (рис. 2) должно подчиняться общим принципам системного анализа (рис. 1).

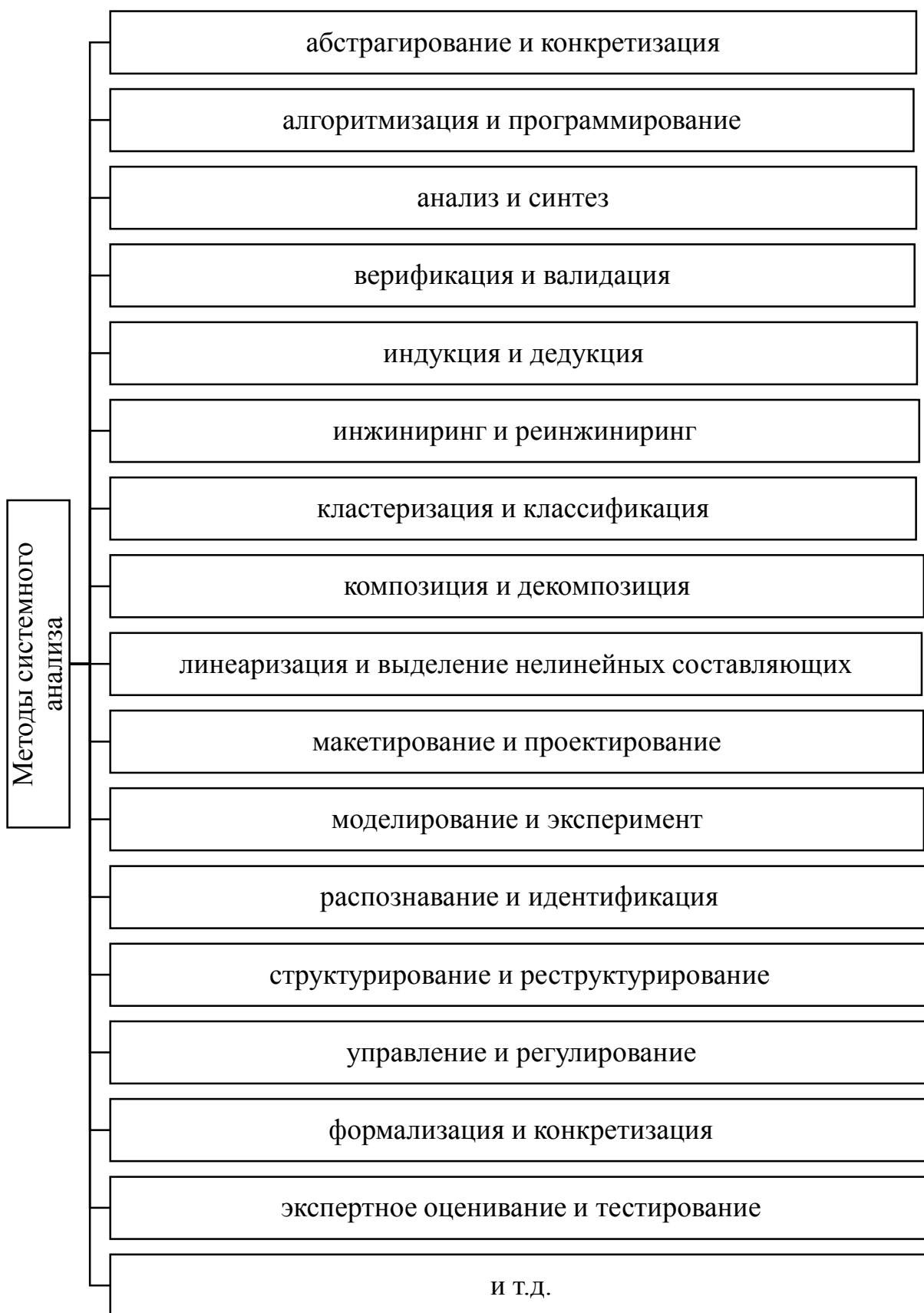


Рис. 2. Пример классификации методов системного анализа

Анализ известных источников по системному анализу и теории систем показал, что в качестве принципов системного анализа как обобщенных практик работы со сложными системами традиционно выделяют следующую их совокупность: принцип конечной цели, принцип согласования целей, принцип измерения, принцип эквивалентности, принцип единства, принцип связности, принцип модульного построения, принцип иерархии, принцип функциональности, принцип развития, принцип децентрализации, принцип неопределённости, принцип целостности, принцип необходимого разнообразия, принцип множественного описания систем.

С учетом отсутствия единого подхода к составу и формулировкам принципов системного анализа, в данном исследовании на основе обобщения известных принципов системного анализа, развивающихся адекватно существующим процессам развития научно-технического прогресса, была предложена следующая их совокупность:

- 1) принцип абстрагирования;
- 2) принцип автономности;
- 3) принцип безконфликтности;
- 4) принцип вариативности;
- 5) принцип главного звена;
- 6) принцип глобальной цели;
- 7) принцип дедуктивной последовательности анализа;
- 8) принцип действенности;
- 9) принцип единообразия;
- 10) принцип единства информационной базы;
- 11) принцип единства управления;
- 12) принцип иерархии;
- 13) принцип измерения;
- 14) принцип инерции;
- 15) принцип интеграции;
- 16) принцип итеративности;
- 17) принцип комплексного подхода к анализу;
- 18) принцип конечной цели;
- 19) принцип конкурентности;
- 20) принцип лабильности функций;
- 21) принцип модульного построения;
- 22) принцип множественности;
- 23) принцип научности;
- 24) принцип необходимого разнообразия;
- 25) принцип неопределенности;
- 26) принцип непрерывности развития;
- 27) принцип новых задач;
- 28) принцип обеспечения безопасности;
- 29) принцип обобщения опытных данных;
- 30) принцип объективности;
- 31) принцип обратной связи;
- 32) принцип оптимальности;
- 33) принцип организованности;
- 34) принцип проблемно-целевого подхода;
- 35) принцип программно-целевого подхода;
- 36) принцип развития;
- 37) принцип рационального сочетания централизации и децентрализации;
- 38) принцип регулярности;
- 39) принцип свертки информации;

- 40) принцип связности;
- 41) принцип синергии;
- 42) принцип системности;
- 43) принцип согласования пропускной способности различных звеньев системы;
- 44) принцип согласованности ресурсов и целей;
- 45) принцип согласования целей;
- 46) принцип сопоставимости;
- 47) принцип стабилизации;
- 48) принцип стохастических оценок;
- 49) принцип структурно-функциональной организации;
- 50) принцип унификации;
- 51) принцип устойчивости;
- 52) принцип формализации;
- 53) принцип функциональности;
- 54) принцип целостности;
- 55) принцип эволюционного развития;
- 56) принцип эквивалентности;
- 57) принцип экономичности;
- 58) принцип эластичности;
- 59) принцип эмергентности;
- 60) принцип эффективности.

Рассмотрим подробнее перечисленные принципы.

Принцип абстрагирования позволяет при осуществлении системного анализа отделить основные (главные) факторы от второстепенных (включить барьер абстракции), объективные от субъективных и т.д.

Принцип автономности означает выделение анализируемой системы как самостоятельного объекта от других объектов внешнего мира.

Принцип безконфликтности означает, что при системном анализе необходимо удостовериться в отсутствии конфликта между системой в целом и отдельными ее элементами.

Принцип вариативности предполагает возможность осуществления различных вариантов анализа систем с целью их последующего сравнения.

Принцип главного звена предполагает выделение в анализируемой системе основного (главного) звена, определяющего основной функционал системы в целом.

Принцип глобальной цели предполагает абсолютный приоритет конечной (глобальной) цели при проведении системного анализа.

Принцип дедуктивной последовательности предполагает анализ систем по этапам – от внешнего окружения и его связей с анализируемой системой до связей между элементами внутри системы.

Принцип действенности означает активное влияние системного анализа на достижение поставленных целей (путем своевременного выделения недостатков, проблем, просчетов и упущений при создании систем) и повышение эффективности функционирования управляемой системы путем разработки конкретных предложений по совершенствованию по результатам анализа.

Принцип единообразия означает обработку информации об анализируемой системе с целью придания ей единой формы в отношении однотипных элементов системы и однотипных систем.

Принцип единства информационной базы заключается в накоплении информации, необходимой не для какой-то одной или отдельных задач анализа, а для всех задач системного анализа.

Принцип единства управления означает, что независимо от структуры и масштабов системного анализа руководство этим процессом должно исходить из единого центра и подчиняться конечным целям анализа.

Принцип иерархии означает учет при системном анализе соподчиненности отдельных элементов системы и ранжирования ее составных частей.

Принцип измерения означает, что анализ систем должен опираться на результаты измерения параметров и характеристики системы и воздействующих на нее факторов.

Принцип инерции означает, что при анализе систем необходимо исходить из предположения о постоянстве (неизменности) ее характеристик при отсутствии воздействия внешних сил или в пределах возможности компенсации действия этих сил.

Принцип интеграции означает, что в результате системного анализа должна сформироваться целостная картина о состоянии рассматриваемой системы, возможностях и угрозах ее развития (функционирования).

Принцип итеративности означает, что при решении сложных слабо формализуемых (слабо структурированных) проблем поиск инструментов анализа систем должен осуществляться методом последовательного приближения к рациональному решению поставленных задач анализа.

Принцип комплексного подхода означает, что при системном анализе должен быть учтен весь комплекс значимых разноаспектных факторов, влияющих на исследуемую систему.

Принцип конечной цели системного анализа в данном случае подобен принципу глобальной цели, хотя конечная и глобальная цель могут различаться как частное и общее.

Принцип конкурентности означает, что применение различных методов анализа на конкурентной основе является основным источником эволюционного развития методов анализа.

Принцип лабилизации функций означает, что в анализируемой системе может происходить изменение ее общих функций (или приобретение новых функций) при относительной стабильности состава ее элементов и их структуры.

Принцип модульного построения означает, что при анализе систем должна учитываться возможность их развития (наращивания, трансформации) по модульному принципу.

Принцип множественности системного анализа в данном рассмотрении подобен принципу вариативности, но подразумевает возможность построения для анализа множества вариантов систем.

Принцип научности означает, что результаты системного анализа должны быть научно обоснованы.

Принцип необходимого разнообразия в системном анализе означает необходимость руководствоваться законом Эшби, который гласит, что разнообразие управляющей подсистемы должно быть не меньше разнообразия управляемой подсистемы.

Принцип неопределенности означает учет при системном анализе неопределенностей и случайностей, присущих функционированию системы (в условиях, когда внешние воздействия не полностью определены) методами достижения гарантированного результата на основе статистических оценок.

Принцип непрерывности развития означает, что по мере развития анализируемых систем адекватным образом должны развиваться и технологии (методы, инструменты, подходы и т.д.) системного анализа.

Принцип новых задач означает, что анализ систем должен позволять оценивать, как перспективы решения этими системами новых задач, так и возможности решения уже существующих задач более рациональными способами.

Принцип обеспечения безопасности означает, что системный анализ должен оценивать безопасность функционирования рассматриваемых систем (в том числе при экстремальных внешних воздействиях).

Принцип обобщения опытных данных означает, что принятие решений по результатам системного анализа должно базироваться на основе обобщения эмпирических сведений.

Принцип объективности означает, что результаты системного анализа должны служить объективной основой для принятия решения относительно рассматриваемой системы.

Принцип обратной связи означает, что в процессе системного анализа должна учитываться ответная реакция системы, как на внешние неуправляемые воздействия, так и на сигналы управления.

Принцип оптимальности означает, что системный анализ должен быть направлен на обеспечение оптимизации функционирования управляемой системы.

Принцип организованности означает, что системный анализ должен быть организован на основе непрерывной, периодической, тематической, сигнальной или иной основе.

Принцип проблемно-целевого подхода означает, что системный анализ целесообразно осуществлять исходя из наиболее острых проблем функционирования рассматриваемых систем и целевых установок по их решению.

Принцип программно-целевого подхода означает, что системный анализ целесообразно осуществлять в рамках плана мероприятий (программы) за отведенный интервал времени в интересах достижения поставленных целей анализа.

Принцип развития, дополненный в данном рассмотрении принципами непрерывного развития и эволюционного развития, означает, что при проведении системного анализа должны учитываться перспективы совершенствования синтезируемой системы на базе инжинирингового или реинжинирингового подхода.

Принцип рационального сочетания централизации и децентрализации означает, что системный анализ должен обеспечивать как централизованный анализ всей системы в целом, так и децентрализованный анализ отдельных ее блоков и звеньев в рациональном сочетании этих видов анализа.

Принцип регулярности системного анализа в данном рассмотрении подобен принципу организованности.

Принцип свертки информации означает, что при системном анализе информация должна свертываться, последовательно укрупняясь при движении по ступеням иерархии снизу-вверх в интересах обеспечения на каждом уровне иерархии решения всего комплекса управленческих задач.

Принцип связности означает, что при рассмотрении в рамках системного анализа любой части исследуемой системы необходимо анализировать ее во взаимосвязи с другими частями системы и с окружающей средой.

Принцип синергии означает, что при осуществлении системного анализа необходимо выделять эффект взаимного усиления взаимодействия двух или более элементов системы, совместное влияние которых существенно превосходит простую сумму воздействий каждого из рассматриваемых элементов в отдельности.

Принцип системности означает, что при осуществлении системного анализа исследуемые системы, с одной стороны, должны рассматриваться как единый объект, состоящий из множества взаимосвязанных элементов, а, с другой стороны, исследуемая система должна анализироваться как элемент более крупной системы.

Принцип согласования пропускной способности различных звеньев системы означает, что при системном анализе должны выявляться «узкие места» переработки в системе ресурсов (материальных, энергетических, информационных) с целью их

устранения, с одной стороны, и обеспечения сбалансированности пропускной способности всех звеньев исследуемой системы, с другой стороны.

Принцип согласованности ресурсов и целей означает, что при осуществлении системного анализа выделяемые на проведения анализа ресурсы должны быть адекватны целям анализа, с одной стороны, а при формулировании целей анализа необходимо исходить из располагаемых ресурсов.

Принцип согласования целей в системном анализе означает, что о качестве исследуемой системы можно судить только с позиций системы более высокого уровня (порядка).

Принцип сопоставимости означает, что результаты системного анализа, проводимого разными методами, должны быть приведены к сопоставимому виду.

Принцип стабилизации означает, что системный анализ должен подтвердить способность исследуемой системы находиться в стабильном состоянии в рамках заданного диапазона изменения внешних воздействий на систему, исходя из ее внутреннего потенциала.

Принцип стохастических оценок означает необходимость учета того факта, что подавляющее большинство результатов системного анализа носит вероятностный характер, требующий статистического набора сведений.

Принцип структурно-функциональной организации означает, что при проведении системного анализа необходимо учитывать взаимосвязь реализуемой исследуемой системой функций с предназначенными для этого структурными элементами (с приоритетом функций над структурой).

Принцип унификации в системном анализе означает, что при разработке методов системного анализа нужно стремиться к тому, чтобы они обеспечивали как можно большее количество задач анализа.

Принцип устойчивости в данном рассмотрении подобен принципу стабилизации.

Принцип формализации означает, что при осуществлении системного анализа необходимо исходить из использования формальных методов описания исследуемой системы, направленных на получение комплекса количественных и качественных характеристик системы.

Принцип функциональности в данном рассмотрении подобен принципу структурно-функциональной организации.

Принцип целостности в данном рассмотрении подобен принципу системности и означает «взгляд внутрь» системы с целью расчленения ее на составляющие элементы, но с сохранением целостного представления о системе.

Принцип эволюционного развития означает, что при системном анализе должны учитываться возможности (способности) исследуемой системы адаптироваться (самоорганизовываться) к эволюционному.

Принцип эквифинальности в системном анализе означает, что анализируемая система в пределах управляемости достигнет одного и того же конечного состояния, несмотря на различные исходные условия её функционирования (принцип «упрямства» системы).

Принцип экономичности означает, что объем работ по осуществлению системного анализа в большинстве случаев должен удовлетворять требованиям экономической целесообразности их проведения по отношению к получаемым результатам.

Принцип эластичности означает, что при проведении системного анализа должна быть оценена эластичность исследуемой системы как мера чувствительности в изменении ее выходного параметра при изменении уровня входного воздействия на 1%.

Принцип эмерджентности означает, что в результате системного анализа необходимо выделять те возникающие свойства синтезируемой системы, которые не присущи ее элементам.

Принцип эффективности означает, что результаты системного анализа должны быть нацелены на повышение функциональной, эксплуатационной, стоимостной или иной эффективности исследуемой системы.

Обсуждение результатов и выводы

Таким образом, проведенные исследования показали, что при ускорении ускорения научно-технического прогресса при одновременном росте многообразия многообразий сложных технических систем закономерно возникает необходимость адекватного развития системного анализа.

В результате систематизации принципов системного анализа, состав и содержание которых развивается адекватно существующим процессам развития научно-технического прогресса дополнительно к наиболее часто используемым принципам системного анализа (принцип конечной цели, принцип согласования целей, принцип измерения, принцип эквивалентности, принцип единства, принцип связности, принцип модульного построения, принцип иерархии, принцип функциональности, принцип развития, принцип децентрализации, принцип неопределенности, принцип целостности, принцип необходимого разнообразия, принцип множественного описания систем) были предложены принципы: абстрагирования, автономности, безконфликтности, вариативности, главного звена, глобальной цели, дедуктивной последовательности анализа, действенности, единообразия, единства информационной базы, единства управления, инерции, интеграции, итеративности, комплексного подхода к анализу, конкурентности, лабилизации функций, научности, непрерывности развития, новых задач, обеспечения безопасности, обобщения опытных данных, объективности, обратной связи, оптимальности, организованности, проблемно-целевого подхода, программно-целевого подхода, рационального сочетания централизации и децентрализации, регулярности, свертки информации, синергии, системности, согласования пропускной способности различных звеньев системы, согласованности ресурсов и целей, сопоставимости, стабилизации, стохастических оценок, структурно-функциональной организации, унификации, устойчивости, формализации, эволюционного развития, экономичности, эластичности, эмерджентности, эффективности.

Несмотря на то что ряд из предложенных принципов системного анализа имеет между собой достаточную степень подобия, на наш взгляд, расширение состава принципов отражает тенденции увеличения сложности рассматриваемых систем в условиях ускорения ускорений научно-технического прогресса, роста многообразия внутренних и внешних функциональных связей систем, требований эволюции структуры и характеристик системы на основе инжинирингового и реинжинирингового подходов, принципиального роста многообразия сложных технических систем в условиях кастомизации при переходе от массового и крупносерийного производства, присущих индустриальной эпохе, к мелкосерийному и единичному производству, присущих постиндустриальной эпохе.

Литература

1. *Волкова В.Н., Денисов А.А.* Теория систем и системный анализ: учебник для академического бакалавриата. – 2-е. – Москва: Юрайт, 2014. – 616 с.
2. *Тебекин А.В.* Инновационный менеджмент. // Учебник для бакалавров / Москва, 2020. Сер. 58 Бакалавр. Академический курс (2-е изд., пер. и доп.).
3. *Тебекин А.В., Тебекин П.А., Егорова А.А.* Технологические трансформации XXI века как индуцирующий вектор перехода к новому качеству производства. // Теоретическая экономика. – 2021. – № 1 (73). – С. 42-53.

4. *Андрейчиков, А.В.* Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике: Основы стратегического инновационного менеджмента и маркетинга / А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – Москва: Книжный дом Либроком, 2018. – 248 с.
5. *Баринов, В.А.* Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник: Учебное пособие / В.А. Баринов, Л.С. Болотова; Под ред. В.Н. Волкова, А.А. Емельянов. – Москва: ФиС, ИНФРА-М, 2016. – 848 с.
6. *Вдовин, В.М.* Теория систем и системный анализ: Учебник для бакалавров / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. – Москва: Дашков и К, 2016. – 644 с.
7. *Громова, Е.Н.* Системный анализ информационных комплексов: Учебное пособие / Е. Н. Громова. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 336 с.
8. *Данелян, Т.Я.* Теория систем и Системный анализ: Учебно-методический комплекс / Т.Я. Данелян. – Москва: Ленанд, 2016. – 360 с.
9. *Качала, В.В.* Теория систем и системный анализ: Учебник для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования / В.В. Качала. – Москва: ИЦ Академия, 2017. – 272 с.
10. *Северцев, Н.А.* Системный анализ и моделирование безопасности. / Н.А. Северцев. – Москва: Высшая школа, 2018. – 462 с.
11. *Тимченко, Т.Н.* Системный анализ в управлении: Учебное пособие / Т.Н. Тимченко. – Москва: ИД РИОР, 2016. – 161 с.
12. *Шумский, А.А.* Системный анализ в защите информации / А.А. Шумский, А.А. Шелупанов. – Москва: Гелиос АРВ, 2016. – 224 с.
13. *Яковлев, С.В.* Теория систем и системный анализ. Лабораторный практикум: Учебное пособие для ВУЗов. 3-е изд., перераб., и доп / С.В. Яковлев. – Москва: ГЛТ, 2017. – 320 с.
14. *Тебекин А.В.* Теория управления [Текст]: учебник / А. В. Тебекин. – Москва: КНОРУС, 2017. – 342 с.
15. *Тебекин А.В.* Теория менеджмента [Текст]: учебник / А. В. Тебекин. – Москва: КНОРУС, 2016. – 695 с.