

УДК 005

## СТРУКТУРНЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ МЕТОДОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ

**Б.Г. Ильясов, И.Б. Герасимова, А.Г. Карамзина, Г.А. Саитова**

Уфимский государственный авиационный технический университет  
Россия, 450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12

*Представлен взгляд авторов на содержание методологии исследования систем различной физической природы. В основу классификации методологии положена структура ее построения, которая отражает специфику решаемой проблемы. Выделены следующие структуры: иерархическая, сетевая, многосвязная, матричная. Рассмотрены примеры построения методологий на базе данных структур. В иерархической структуре все методы, структуры, концепции, системы взглядов расположены согласно их соподчиненности по уровню познания. Сетевая модель представлена в виде соединяющей триад с общей обратной связью, каждая из которых отражает соответствующий этап жизненного цикла. Показано, что управление организационной системой может быть эффективно организовано на основе многосвязной структуры. При распределении ресурсов в основу методологии решения задачи может быть положена пространственная матричная структура. Для каждого вида деятельности, в том числе и научной, может быть построена своя методология как системная интеллектуальная технология научного познания, как система взглядов, концепций и как система действий, направленных на достижение целей.*

**Ключевые слова:** методология, система, учение, структурный подход, концепция, иерархия, сеть, матрица, многосвязная система.

Исследователи часто сталкиваются с определенными сложностями в понимании методологии. Нередко встречается упрощенное понимание методологии как некоторой абстрактной области философии, не имеющей прямого отношения ни к конкретным научным исследованиям, ни к потребностям практики [1].

Эти неясности связаны с историей развития науки и с многозначными нечеткими толкованиями методологии. Сначала рассмотрим понятие методологии, данное в советских энциклопедических словарях [2, 3, 4]:

- «методология (от «метод» и «логия») – учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности»;
- «методология – система принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности, а также учение об этой системе».

Согласно первому определению методология есть триада: «Структура – организация – методы и средства», то есть элементарная система. При этом под

---

*Барый Галеевич Ильясов (д.т.н., проф.), профессор кафедры «Техническая кибернетика».*

*Ильмира Барыевна Герасимова (д.т.н., доц.), профессор кафедры «Автоматизированные системы управления».*

*Анастасия Геннадьевна Карамзина (к.т.н., доц.), доцент кафедры «Техническая кибернетика».*

*Гузель Асхатовна Саитова (к.т.н., доц.), доцент кафедры «Техническая кибернетика».*

организацией понимается форма организации как различных видов деятельности, а также распределения методов и средств познания. Отметим, что методология как система должна обладать свойством эмерджентности, то есть принципиально отличаться от свойств образующих ее методов.

Распространенная ошибка в понимании методологии – сужение этого понятия. Например, методологию понимают только как множество приемов, способов, методов и средств деятельности, или как учение о методе познания и преобразования мира. В первом случае методология выступает как система взаимосвязанных способов, методов и приемов познания, применяемых в той или иной сфере деятельности. Во втором случае методология выступает как учение об этой системе, как общая теория метода познания и ее реализация в деятельности.

Из этих определений вытекает важный вывод, что методология нужна не только для научной деятельности (науки и ее разделов) или для мыслительной познавательной деятельности (философии), но и для всех других видов деятельности: планирования, управления, контроля, прогнозирования, проектирования, обеспечения надежности и безопасности, обучения, принятия решений и т. д. Поэтому прежде чем приступить к какому-либо виду деятельности, человек должен четко представлять, каково содержание методологии, которой он должен придерживаться, то есть каким формам структурной организации мышления и деятельности он должен отдать предпочтение, чтобы достичь поставленной цели.

Следовательно, структура организации мышления и деятельности играет важнейшую, базовую роль в формировании методологии.

Выделим четыре типа структур, которые наиболее часто используются при формировании методологий (рис. 1):

- иерархическая (многоуровневая);
- сетевая, или сеть;
- многосвязная;
- матричная.

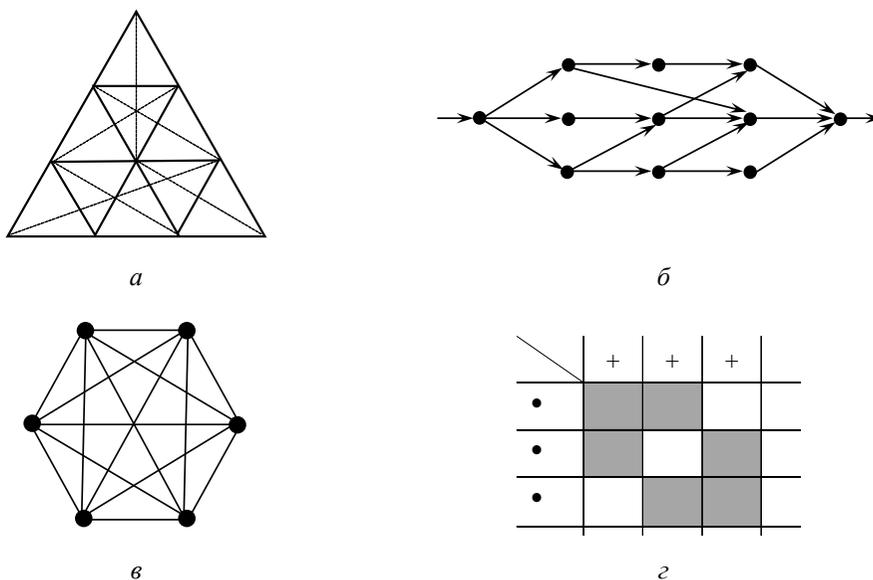


Рис. 1. Структуры формирования методологии: *а* – иерархическая (многоуровневая); *б* – сетевая (сеть); *в* – многосвязная; *г* – матричная

В первой структуре методология рассматривается как иерархическая система-объект (объектовый подход), представляющая собой множество методов, способов и средств познания, направленных на достижение цели, расположенных в пространстве по иерархии, взаимосвязанных друг с другом и образующих единое целое.

В этом определении присутствуют все необходимые системные факторы методологии: структура, связи, методы (способы) и средства, цель.

**Пример 1.** На иерархической структуре построено понятие методологии как трехуровневой системы познания [4]:

– философский (общий) уровень, для которого характерны такие методы познания, как диалектический, исторический, эволюционный, революционный, метафизический и другие;

– общенаучный (специальный) уровень, в котором можно выделить системный, структурный, функциональный, целевой, динамический, социальный, экономический, информационный и другие способы научного познания;

– методический уровень, который характеризуется множеством конкретных методических и технологических приемов и средств исследования (прикладных методик), характерных для конкретной предметной области.

Поскольку все методы и способы познания представляют единство и тесно связаны друг с другом, образуя указанную иерархическую структуру, то иногда бывает трудно провести границу между методами высшего и среднего уровней или среднего и низшего уровней.

Данная структура отражает не только иерархию распределения и взаимосвязи методов, но и иерархию действий по их изучению и использованию.

При сетевой структуре методология рассматривается как система-процесс (процессный подход), представляющая собой множество взаимосвязанных видов организационной деятельности (процессов), реализуемых во времени, образующих единое целое и направленных на достижение как локальных целей, так и глобальной.

Здесь методология выступает как учение об организации познавательной и практически преобразующей деятельности [1]. Третий системный фактор методологии – методы, способы – скрыты как элементы в содержании структуры деятельности и определяют свойства методологии.

В работах [1, 5] подчеркивается, что методология должна быть направлена, во-первых, на формирование структуры деятельности, во-вторых, на формирование условий, при которых эта деятельность может быть осуществлена, в-третьих, на согласование этой деятельности с поведением внешней среды. Отсутствие любого элемента этой триады «Структура деятельности – условия деятельности – внешняя среда» делает любую деятельность невозможной.

**Пример 2.** Рассмотрим методологию научно-исследовательской деятельности как процесс получения во времени новых знаний в ходе решения научно-прикладной проблемы (НПП). Представим этот процесс в виде сетевой модели, представляющей собой оргграф последовательного соединения триад как трехэлементных множеств (рис. 2). Выделим в этом процессе следующие этапы.

**Этап 1.** Решение НПП воспринимается как цель исследования. При этом многие ученые, в частности У.Р. Эшби, указывают на необходимость учета взаимодействия между изучаемой системой (научной проблемой) и исследователем

[6]. Но первое определение, в которое включен наблюдатель, дал Ю.И. Черняк: «Система есть отражение в сознании субъекта (исследователя, наблюдателя) свойств объектов и их отношений в решении задач исследования, познания». Далее Ю.И. Черняк стал учитывать и язык ( $Ln$ ) наблюдателя  $N$  (исследователя), который является средством отображения НПП в сознании наблюдателя [7].

Поэтому на первом этапе формируется триада «НПП – язык наблюдателя – наблюдатель». Эта триада отражает восприятие НПП в сознании наблюдателя, который описывает проблему на своем языке исследований.

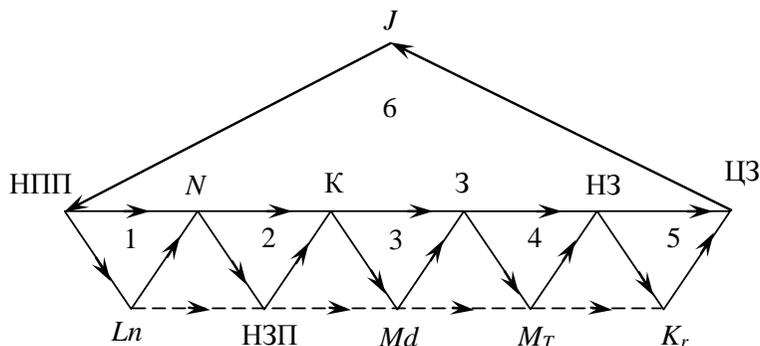


Рис. 2. Методология как системная модель решения НПП в форме соединения триад

*Этап 2.* На втором этапе наблюдатель как активный элемент системы формирует концепции ( $K$ ) решения НПП. При формировании концепций обычно используются известные научные законы и принципы (НЗП), в частности системные. Итак, на втором этапе формируется триада «Наблюдатель – научные законы и принципы – концепции». Эта триада формирует методологию решения НПП с точки зрения наблюдателя (исследователя).

*Этап 3.* Концепции, как правило, ориентированы на выбор и использование определенных классов моделей ( $Md$ ), что позволяет перейти к формальной формулировке (постановке) задач ( $3$ ), связанных с решением НПП. Таким образом, на этом этапе рассматривается триада «Концепции – модели – задачи». Данная триада показывает возможности реализации концепции через решение множества задач.

*Этап 4.* В процессе решения множества задач на основе выбранного множества ( $Mт$ ) методов исследований, технологий, которые зависят от используемого множества ( $Md$ ) моделей, получается множество новых знаний (НЗ). При этом применяемые методы исследования могут быть как формализованными (аналитическими), так и неформализованными, а также экспериментальными, в т. ч. метод моделирования. Итак, на данном этапе формируется триада «Задачи – методы исследования – новые знания», которая показывает, что в результате решения задач должны быть получены новые знания.

*Этап 5.* Далее научная новизна, а также научная и практическая ценность полученных знаний (ЦЗ) оцениваются с помощью разработанных систем критериев и технологий оценок ( $Kт$ ). В качестве критерия, в частности, выступает мера полезности полученных знаний для различных видов деятельности человека. Часто эту оценку проводят экспертным путем. При оценке новизны и научной ценности полученных знаний их сравнивают экспертным путем с системой знаний в

данной предметной области, определяют их место, а также учитывают форму представления знаний. Практическая ценность полученных знаний определяется в основном эффективностью технологий их использования в конкретной предметной области. Таким образом, сформирована триада «Новые знания – критерии – ценность знаний», которая дает оценку полученным знаниям.

*Этап 6.* На последнем этапе по новизне и ценности полученных знаний оценивают полноту, непротиворечивость, правильность и эффективность решения исходной НПП (этап рефлексии). Замыкающей является триада «Ценность знаний – оценка полноты решения – НПП», которая оценивает научный уровень и степень решения НПП.

На рис. 2 показана системная модель получения новых знаний в виде соединения триад. При этом свободные вершины триад могут быть соединены между собой, что приводит к образованию новых триад, которые способствуют более глубокому осмыслению процесса решения НПП. Например, триада «Научные законы, принципы – концепция – модели» позволяет легче ориентироваться при выборе класса моделей для реализации данной концепции. Триада «Модели – задачи – методы» нацеливает на правильный выбор методов, адекватных выбранным моделям. Триада «Методы – новые знания – критерии» позволяет оценить влияние методов получения знаний на выбор критериев их оценки.

Следует обратить внимание на многообразие форм представления научных знаний (в виде законов, правил, формул, принципов, моделей, схем, графиков, структур и т. д.), что является следствием многообразия областей научной деятельности человека и принятых в них форм представления знаний, которые со временем могут меняться и корректироваться.

Полученные знания должны быть истинными, достоверными, полными, непротиворечивыми, нетавтологичными, независимыми и новыми. При этом они должны связываться с ранее полученными знаниями, расширяя, обобщая, корректируя или опровергая их. Новые знания должны расширять наши первоначальные представления о решаемой НПП, предсказывать перспективные пути развития научных исследований, формировать новые цели и задачи. А это значит, что весь пройденный цикл (6 триад) организации решения НПП должен вновь повториться. И это будет происходить до тех пор, пока НПП не переродится или не сольется с новой, более сложной НПП.

Представление процесса решения НПП в форме замкнутой системы триад позволяет ученому правильно и эффективно организовать процесс проведения научных исследований.

При многосвязной структуре методология рассматривается как сложная система (системный подход), представляющая собой множество взаимосвязанных и взаимодействующих друг с другом методов, способов, средств, форм организаций и видов деятельности, образующих единое целое (целостность) и направленных на достижение цели.

Многосвязная структура отражает в большей степени, как и иерархическая, строение, организацию методологии как системы знаний. При формировании методологии как многосвязной системы важно решить следующие системные задачи:

- согласование используемых методов, способов и средств для достижения наибольшей эффективности в процессе деятельности;
- исключение конфликта и противоречий между формами организации и видами деятельности, направленной на достижение целей;

– обеспечение устойчивости движения к цели при одновременном выполнении различных видов деятельности.

Методология на основе многосвязных систем широко используется при проектировании систем управления не только техническими, но и различными организационными объектами, а также при анализе свойств когнитивных систем.

**Пример 3.** В качестве примера применения методологии многосвязных систем рассмотрим построение многосвязной системы коллективного управления научной школой как динамическим объектом.

Руководство научной школой (НШ) может быть построено по иерархической структуре «Научный руководитель – исполнители (научные сотрудники) – научная проблема». Такой подход к руководству НШ является наиболее распространенным, менее распространен многосвязный подход.

В этом случае НШ рассматривается как многомерный объект управления, у которого есть три управляемых переменных, отражающих три цели функционирования:  $x_1$  – подготовка научных кадров;  $x_2$  – количество написанных статей и монографий;  $x_3$  – количество выполняемых научных программ, грантов и проектов (рис. 3). Здесь  $x_i^0$  – значения планируемых результатов.

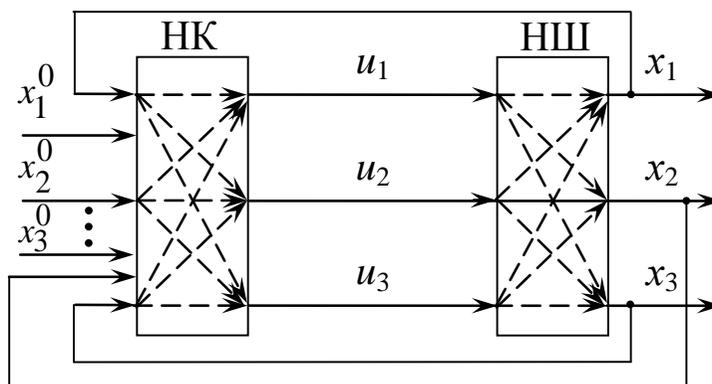


Рис. 3. Методология как многосвязная система управления деятельностью научной школы

В качестве управляющих факторов ( $u_i$ ) выступают различные виды знаний научного коллектива в целом, которые одновременно используются для достижения всех трех целей. Здесь коллектив выступает как управляющий элемент, принимающий коллективные решения, и как исполнительный элемент, реализующий эти коллективные решения для достижения трех целей (см. рис. 3).

Таким образом, реализуется методология многосвязного управления деятельностью научной школой, основанная на знаниях коллектива. Такая методология эффективно реализуется на практике и при управлении организационными, социальными, экономическими, техническими, технологическими и другими динамическими объектами.

Матричная структура чаще всего используется при разработке методологии планирования, распределения функций, ресурсов, заказов, задач. На практике используются многомерные матричные структуры, которые могут быть преобразованы в иерархические структуры типа дерева.

**Пример 4.** Пусть три цеха  $A, B, C$  для достижения общей цели используют пять видов ресурсов по следующей схеме (рис. 4,  $a$ ).

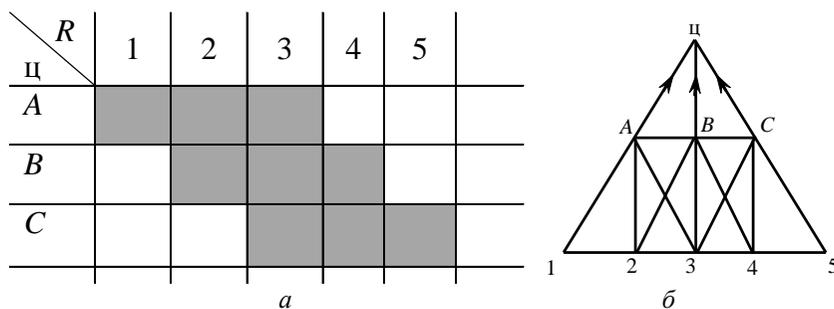


Рис. 4. Методология как матричная структура

Этой матрице можно противопоставить эквивалентную иерархическую структуру в виде «дерева» (рис. 4,  $b$ ). Такие матрицы составляются для каждого вида ресурсов: материально-технических, временных, энергетических, информационных, кадровых, транспортных и т. д. с участием различных исполнителей.

Проблема заключается в качественном выполнении всех функций в этих многомерных матрицах. В общем случае могут быть рассмотрены разные варианты распределения множества ресурсов, задач, заказов между различными исполнителями. Выбор оптимального варианта из полученного многообразия матриц по сформированному критерию является достаточно сложной задачей.

Обобщая вышеизложенные подходы к формированию методологий, рассмотрим методологию как более сложную систему, сформированную из шести системообразующих факторов:

$$M_{\text{гд}} = \langle M, D, H, Str, Q, Z \rangle,$$

где  $M$  – множество методов, способов, средств, моделей, являющееся объектовой элементной базой для методологии;

$D$  – множество видов деятельности, операций, технологий, алгоритмов, являющееся функциональной элементной базой для методологии;

$H$  – множество связей между элементами, образованное на основе научных законов и принципов и способствующее формированию структуры методологии как научной ее части;

$Str$  – множество структур, способствующих организации элементов и связей в единую целую неизменяемую часть методологии;

$Q$  – множество эмерджентных свойств методологии, которое заключается в том, что она обладает такими свойствами, которых нет ни у одного из ее элементов (объектовых и функциональных);

$Z$  – множество целей, которых достигают с помощью методологии в конкретной сфере деятельности или области знаний.

Графически методологию представим в виде трехуровневой иерархической системы (рис. 5).

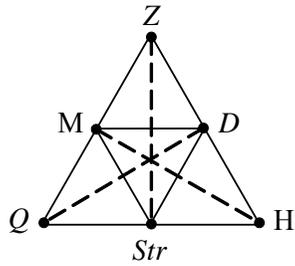


Рис. 5. Методология как система

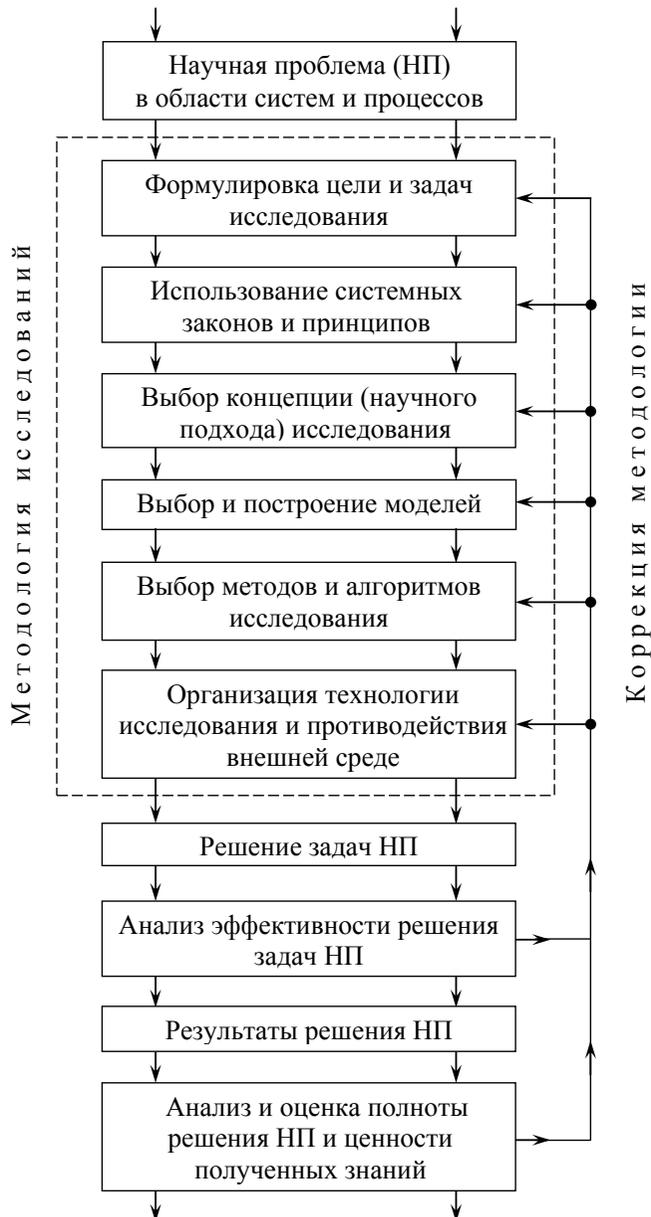


Рис. 6. Стратифицированная структура методологии научно-исследовательской деятельности по решению научной проблемы

Отметим, что методология проявляет свои эмерджентные свойства в каждой сфере человеческой деятельности (математике, физике, технике, производстве, культуре и т. д.) и способствует получению новых знаний. Методология – это важнейший интеллектуальный инструмент науки.

Методологию также можно стратифицировать по М. Месаровичу [8] и представить ее место в процессе решения научной проблемы (рис. 6).

Таким образом, структурная организация методологии из множества взаимосвязанных объектовых и функциональных элементов формирует ее эмерджентные свойства, содержание которых определяется той областью знаний, для получения которых и предназначена методология.

### **Заключение**

1. Методологию следует рассматривать, во-первых, как систему с определенной структурой и с присущими ей системообразующими факторами (атрибутами), во-вторых, как учение о системной организации (иерархической, сетевой, многосвязной) этих атрибутов (объектов, средств, понятий, технологий, моделей, методов, алгоритмов, действий), необходимых для достижения цели, в-третьих, как учение о деятельности, направленной на достижение цели и на организацию процесса познания, т. е. получения новых знаний.

2. Методология выступает как системная интеллектуальная технология научного познания, как система взглядов, концепций и как система целенаправленных действий.

3. Поскольку существует большое многообразие видов деятельности, то можно говорить о разработке методологии для каждого вида деятельности как системы и как процесса познания в различных областях знаний.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. *Новиков А.М., Новиков Д.А.* Методология. – М.: СИНТЕГ, 2007. – 668 с.
2. Большая советская энциклопедия. 3-е изд. Т. 16. – М.: Советская Энциклопедия, 1974. – 616 с.
3. Советский энциклопедический словарь. 4-е изд. – М.: Советская Энциклопедия, 1990. – 1600 с.
4. Философский словарь / Под ред. И.Т. Фролова, 5-е изд. – М.: Издательство политической литературы, 1987. – 206 с.
5. *Могилевский В.Д.* Методология систем. – М.: Экономика, 1999. – 252 с.
6. *Эшби У.Р.* Конструкция мозга: происхождение адаптивного поведения. – М.: Мир, 1962. – 398 с.
7. *Черняк Ю.И.* Системный анализ и управление экономикой. – М.: Экономика, 1975. – 191 с.
8. *Месарович М., Мако Д., Такахага И.* Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Наука, 1973. – 344 с.

*Статья поступила в редакцию 13 марта 2017 г.*

## STRUCTURAL APPROACH TO CONSTRUCTION METHODOLOGY RESEARCH SYSTEMS

*B.G. Ilyasov, I.B. Gerasimova, A.G. Karamzina, G.A. Saitova*

Ufa State Aviation Technical University  
12, K. Marks st., Ufa, 450008, Russian Federation

*In the paper the authors' view on the content of the methodology of research of systems of various physical nature is presented. The classification of methodology is based on the structure of its construction. This structure reflects the specifics of the problem being solved. The following structures are distinguished: hierarchical, network, multiply connected, matrix. Examples of constructing methodologies based on these structures are considered. In the hierarchical structure, all methods, structures, concepts, systems of views are located according to their subordination in terms of cognition. The network model is represented as a connection of triads with common feedback, each of which reflects the corresponding stage of the life cycle. It is shown that the control of the organizational system can be effectively organized on the basis of a multiply connected structure. When allocating resources a spatial matrix structure can be used as the basis of the methodology for solving the problem. For each type of activity, including scientific activity, its methodology can be built as a system of intellectual technology of scientific knowledge, as a system of views, concepts and as a system of actions for goals achieving.*

**Keywords:** *methodology, system, teaching, structural approach, concept, hierarchy, network, matrix, multiply connected system.*

---

*Bary G. Ilyasov (Dr. Sci. (Techn.)), Professor.  
Ilmira B. Gerasimova (Dr. Sci. (Techn.)), Professor.  
Anastasiya G. Karamzina (Ph.D. (Techn.)), Associate Professor.  
Guzel A. Saitova (Ph.D. (Techn.)), Associate Professor.*