

## ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ МЕТРОЛОГІЇ, ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 621.38:616.1

В.Т.КОНДРАТОВ

Институт кибернетики им. В.М.Глушкова НАН Украины

### НАУКА СХЕМОТЕХНИКА

*В статье описана сущность науки схемотехники, ее законы, принципы, категории, научные направления и т.д. Впервые разработана и приведена структура данной науки и четыре направления развития.*

*Работа представляет интерес для ученых-метрологов, специалистов, магистров и аспирантов.*

*Ключевые слова: схемотехника, знания, графические образы, схемы, виды и типы схем.*

V.T.KONDRATOV

V.M.Glushkov Institute of cybernetics of National academy of Science of Ukraine

### THE SCIENCE OF CIRCUITRY

*Abstract — In work it is shown, that for the first time in the world the structure of a science of circuitry that has led to reception of the new information on its components, about subjects of researches, laws of the development, used principles, categories, development directions etc. is developed.*

*Definition to the scheme, as the graphic image representing system, processes and the phenomena, interposition, communications and mutual relations of their parts is resulted.*

*Definition of a science of circuitry, its subject and the purpose of researches is made. It is offered to use two names-synonyms of the given science — circuitry and schemology (a science of circuitry).*

*Four scientifically-organizational-technical directions in science of circuitry are allocated: general scientific circuitry, applied circuitry, legislative circuitry and practical circuitry. Corresponding definitions to the given directions are resulted. Corresponding definitions are given them and subjects of researches.*

*Fundamental positions about laws, categories and the principles, proving becoming and circuitry formation as sciences in development are considered. Stages of process of transformation semantic information and knowledge that has given the chance to understand essence of process of synthesis of schemes of a different kind and type are considered.*

*The general concepts and the definitions making a basis of a science of circuitry are considered.*

*It is shown, that enough of modern systems of the automated designing and modelling of schemes, means of graphic programming, simulators of schemes, sets of utilities and the programs for today is known, allowing to project integrated schemes, to spend analogue and digital modelling, to develop and prepare for manufacture multilayered printed-circuit boards of high level etc.*

*It is ascertained, that the circuitry is integral a part mega sciences of the metrology uniting such sciences, as metrology, sensoric science, science of circuitry, metronic science and vidionic science.*

#### Введение

Схемотехника вошла во все сферы научно-технической и хозяйственной деятельности человека. Без ее аппарата не возможно создание какого-либо изделия, прибора, системы. Схемотехника пронизывает все технические науки, механику, химию, медицину, биологию, математику и т.д.. Она проникла и в гуманитарные науки, в социологию, в статистику, как инструмент социологии, и т.д. История схемотехники насчитывает сотни лет.

Во всем научном мире еще не нашелся ни один ученый из области технических наук, который сформулировал бы сущность схемотехники, как науки, раскрыл бы ее структуру, стержень, фундамент, основные научные направления развития и т.д. В то же время философам известна вышедшая в Москве в 2011 году книга Розина В.М. «Введение в схемологию: Схемы в философии, культуре, науке, проектировании» [1]. В работе вводится понятие «схема» и анализируются разные типы схем — методологические, предметные, направляющие, квазисхемы и другие, создаваемые и употребляемые в методологии, философии, науке, культуре и проектировании. Показано, что анализ схем предполагает специальную реконструкцию их становления и функционирования. Автором высказывается точка зрения, что схемология выполняет в гуманитарных науках роль, сходную с ролью математики в естественных науках [2].

**Главный философский вывод, который делает автор, состоит в том, что «схема вбирает в себя знак и знание». По мнению В.М. Розина учение о схеме («схемология») должно стать самостоятельной гуманитарной дисциплиной наряду с семиотикой.**

«Википедия», в отличие от ученых-метрологов, переживает отсутствие знаний о схемотехнике, как науки, и обратилась к ученым и специалистам закрыть данный пробел в истории науки. Последнее и обусловило меня взяться за описание своего видения схемотехники, как науки.

*Объект исследований — состояние науки схемотехники на 1.10.2013 г.*

*Предмет исследований — структура, сущность, основные термины и определения, законы, принципы и категории, научные направления схемотехники.*

*Цель работы — представить научной общественности новый системный взгляд на науку схемотехнику (схемологию), ее структуру, взаимосвязи и отношения.*

#### Результаты исследований

В связи с выходом в свет книги Розина В.М. «Введение в схемологию:...», целесообразно наряду с

понятием «схемотехника» ввести и использовать второе название науки схемотехники, — «схемология». Оно, на наш взгляд, является более полным, общим. Схемотехника — наука (учение) о технике выполнения схем, а не о технических схемах, поскольку понятие «техника» с древнегреческого — это искусство, мастерство, умение.

### Роль и место схем

Место схем в созидательной деятельности человека трудно оценить. Они используются в философии, в науке, в проектировании, в практической деятельности человека и т.д. Об этом достаточно полно показано в работе [1]. В философии, например, схемы изучаются для нормирования нашего мышления, использующего (и создающего) схемы, как способы онтологизации и построения понятий. Схемы используются также как способы организации эффективной связи и общения в межличностных отношениях.

На рис. 1 приведен один из вариантов «схемы» (по данным [1]), устанавливающий место схемы в созидательной деятельности человека. Согласно Канту, схемы помогают синтезировать смыслы и представлять их как целостное явление и предмет. Объект именно таков, каким он изображен в сконструированной схеме или, более общо, в системе полученных нами знаний об этом объекте. Схема задает объект, онтологию, позволяет получить научное знание.

Зависимостям, отношениям и связям, представленным в схеме, действительно соответствуют особые зависимости, отношения или связи в самом объекте.

Схемы выполняют несколько функций: помогают понять происходящее, организуют и переорганизуют деятельность человека, собирают смыслы, до этого никак не связанные между собой, способствуют выявлению новой реальности [1].

### Схема — графический образ

Обратимся к истокам понятия «схема». Существует более десяти определений данного понятия [3]. Наиболее емким является следующее.

Схема — графический образ, изображающий систему, процессы и явления, а также взаиморасположение, связи и взаимоотношения их частей.

Схема, как графический образ (рис. 2), проникла во все науки и является инструментом для объяснения сущности живого и неживого. В качестве примера приведем широко используемые в науках понятия: схема прибора, схема механизма, схема соединений, схема ионных или ковалентных связей, схема лечения, схема преобразований и др.

Роль схем в науках неопределима. Об этом свидетельствует множество используемых схем и узаконенных графических условных обозначений. Схема, как графический образ, передается при помощи

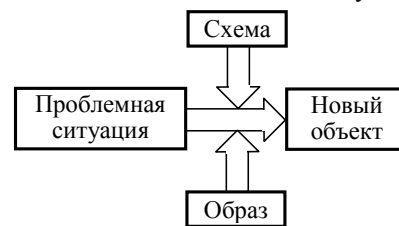


Рис. 1. Место схемы в созидательной деятельности человека

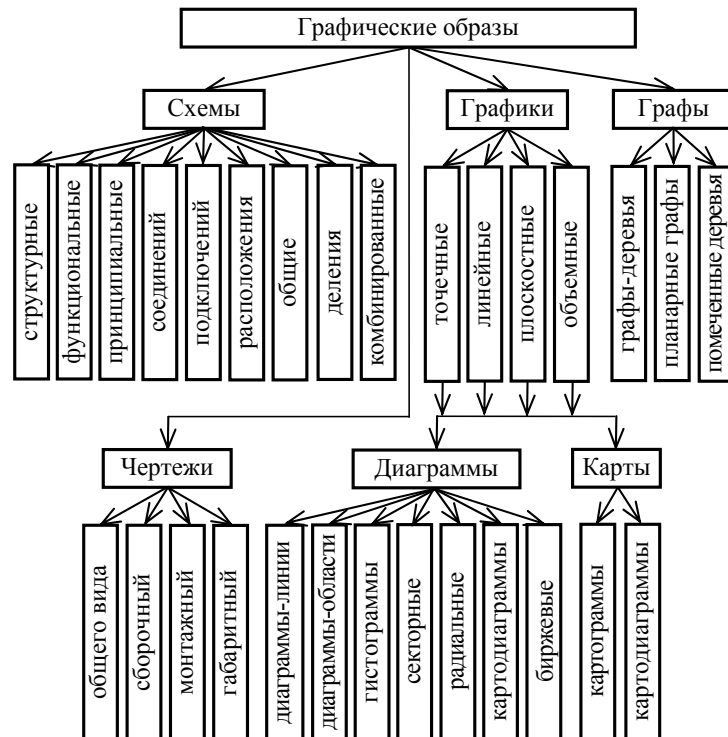


Рис. 2. Укрупненная классификация графических образов

документов и, с другой стороны, — один из видов графической модели изделия [4]. На чертеже конкретизированы внутренние и внешние связи моделируемого (проектируемого) устройства, его размеры.

**График** — геометрическое изображение функциональной зависимости при помощи точек, линий, фигур (плоских или объемных). Графики отражают свойства, действия, законы и явления. Синонимы

определенной совокупности точек, линий, фигур, знаков и символов. Она может сопровождаться соответствующими надписями и пояснениями. Вспомогательные элементы (названия, числовые данные, дополняющие и уточняющие графические образы и т.п.) облегчают чтение схемы и ее истолкование.

Графическими образами являются не только схемы, но и чертежи, графики, графы, диаграммы и карты (рис. 2). Схемы изучает метрология, информатика, физика, механика, электротехника и многие другие науки; графики и графы изучает, в основном, математика; диаграммы и карты — кибернетика, экономика, статистика, картография и др. науки.

Напомним, что *чертёж* — документ, содержащий контурное изображение изделия и другие данные, необходимые как для изготовления, контроля и идентификации изделия, так и для операций с самим документом. Чертёж — один из видов конструкторских

данного поняття: діаграма, кривая, набросок, схема, чертёж, таблица; расписание, план и другие.

*Диаграмма* — символическое изображение информации с применением различных приёмов техники визуализации [5]. Это графики количественных отношений. Диаграммы в основном состоят из геометрических объектов, — точек, линий, фигур различной формы и цвета, а также вспомогательных элементов, — осей координат, условных обозначений, заголовков и т. п. Синонимы понятия диаграмма — изображение, рисунок, чертеж. Разные виды диаграмм описаны в работе [6].

*Карты* (статистические карты) — вид графических изображений статистических данных на схематичной географической карте, характеризующих уровень или степень распространения того или иного явления на определенной территории. Для изображения территориального размещения используются штриховка, фоновая раскраска или геометрические фигуры [7].

По большому счёту схемотехника (схемология) должна изучать графические образы, используемые во всех науках и учениях, поскольку они являются результатом и идеальной формой отражения предметов и явлений материального мира в сознании человека. Формализацией образов, типизацией, т.е. приданием им типовых форм, использованием типичных, общих для многих объектов и процессов приемов и методов их выполнения, классификацией, а также законодательным оформлением графических образов занимается наука схемотехника.

#### **Научное определение науки схемотехники (схемологии).**

Схемотехника (схемология) — это наука о теоретических и практических аспектах извлечения, обработки и преобразования информации<sup>1</sup> и субъективных знаний в объективные формализованные графические образы, — разного вида и типа схемы<sup>2</sup>, создаваемых или существующих объектов, явлений и процессов, о создании схемотехнических и технических решений<sup>3</sup>, о проблемах проектирования, исследования и совершенствования схем.

Отметим, что изображение является весьма наглядной и емкой формой представления информации и знаний. В схемотехнике субъективные знания фиксируются в образах, знаках и символах.

Цель схемотехники — изучение теоретических и практических вопросов извлечения знаний, обработки, преобразования, фиксация и представление их личностью (индивидуумом) в разные виды и типы схем, проектирование и исследование схем предметов, явлений и процессов разной физической природы.

С другой стороны, целью схемотехники является создание идеального схематического изображения (схемы) создаваемого или существующего объекта, явления и процесса (технического, биотехнического, биологического, зоологического и т.д.)

В технических науках — это создание электронных схем, гидросхем, пневмосхем, электрогидросхем, электропневмосхем, графических изображений характеристик, функций и других графоаналитических образов, отражающих окружающий нас мир. В метрологии и вычислительной технике, например, — это схемы радиоэлементов, микросхем, узлов, устройств, приборов, измерительных систем, средства вычислительной техники и т.д.

#### **Системный подход**

В схемотехнике при построении схем (графических образов) объектов широко используется системный подход, представляющий собой общенаучную методологию решения сложных задач. В ее основе лежит рассмотрение объекта как системы, функционирующей в некоторой среде, и состоящей из ко-нечной совокупности элементов, связей и отношений между элементами. Системный подход обеспечивает раскрытие целостности объекта, выявление и изучение его внутренней структуры, внутренних связей и связей с внешней средой. При этом объект представляется как часть реального мира, которая выделяется и исследуется в связи с решаемой задачей построения схемы (графического образа). Системный подход предполагает также последовательный переход от общего к частному, когда в основе рассмотрения лежит цель проектирования, а объект рассматривается во взаимосвязи с окружающей средой.

В схемотехнике в основу системного подхода положены следующие принципы [8]:

- 1) принцип последовательного продвижения процесса создания схем по этапам;
- 2) принцип согласования информационных, ресурсных и других характеристик;
- 3) принцип правильного соотношения разных уровней построения схем;
- 4) принцип целостности отдельных стадий проектирования схем и схемотехнических решений.

В этой связи *процесс последовательного развития схемотехники необходимо описывать одной общей моделью единого целого (с взаимосвязанными между собой его частями) в виде целостной и целой системы законов, категорий, принципов, методов, методологий и приобретенных и приобретаемых знаний, учитывающей правильность соотношений разных уровней развития схем и схемотехнических решений.*

#### **Схемотехнические модели и моделирование**

Одни и те же устройства, процессы, явления и т. д. (далее — «системы») могут иметь много разных видов моделей. По способу отображения действительности различают три основных вида моделей — эвристические, натурные и математические.

Схемотехнические модели — это эвристические модели основных элементов электронных схем и

<sup>1</sup> Информация — сведения об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии.

<sup>2</sup> Добавление слов «чертежей, графиков, граф, диаграмм и карт» делает данное определение более общим, т.е. расширяет его на все науки, где используются графические образы.

<sup>3</sup> Техническое решение — это определение пути исполнения той или иной задачи, находящееся в строгих рамках и терминах [2].

схемотехнических решений.

В схемотехнике моделирование — это исследование объектов познания на их моделях с использованием специальных технических средств и компьютерных прикладных программ; построение и изучение схемотехнических моделей реально существующих объектов, процессов или явлений с целью получения информации и новых знаний об их структуре, состоянии и особенностях, а также для предсказания новых направлений исследований.

В основе информационного моделирования лежат три постулата [9]:

1. Любая сущность состоит из элементов (объектов);
2. Объекты характеризуются количественными и качественными свойствами;
3. Объекты связаны определенными отношениями.

Любая сущность, которая отвечает приведенным постулатам, может быть представлена моделью в виде графического образа (схемы).

#### **Законы, категории, принципы**

Сердцевину любой научной теории составляют входящие в нее *законы*. Закон — это существенный, устойчивый, регулярный и необходимый тип связи между явлениями, взятый в своей обобщенной форме и скорректированный относительно типологически классифицированных условий своего проявления [10].

*Категории* — это ступени и формы познания мира [11, 12]. Категории это наиболее общие, фундаментальные понятия той или иной науки, философии. Категории образуют каркас любой науки, в том числе и схемотехники.

В философии основными категориями являются категория содержания и категория формы. В каждой науке категории различаются между собой по форме и по содержанию. Нет содержания без формы и нет формы без содержания. Форма — это способ выражения и существования содержания. **Содержание** — *совокупность сторон, элементов, связей, образующих данный предмет или явление*. Форма содержательна, содержание оформлено.

Содержание графического образа (схемы) — это совокупность всех его знаков и символов в их качественной определенности, взаимодействии, функционировании, а также единство этих элементов, связей, противоречий и тенденций развития. Форма графического образа отражает *способ связи частей, способ строения и проявления содержания* [13].

Фундаментом любой науки являются научные принципы. *Принцип* — основное, исходное положение какой-либо теории, учения, науки. Часто под принципом понимают и основной закон какой-либо точной науки, руководящую идею и т.д. Без научных принципов невозможно было создать и науку схемотехнику.

Рассмотрим более подробно фундаментальные положения о законах, категориях и принципах.

#### **Законы схемотехники**

Законы схемотехники являются гарантом устойчивости, гармоничности и развития данной науки. С точки зрения сферы действия законы подразделяются на общие, универсальные (например, диалектические законы развития) и частные, действующие лишь в ограниченной области (например, законы приема, хранения, переработки информации и получения знаний). По своему внутреннему содержанию различают законы строения, функционирования и развития схемотехники, а по форме проявления законы подразделяются на динамические и статистические (вероятностные).

Познание собственных законов развития и есть основная задача схемотехники, связанная с поиском закономерных связей между знаниями, схемами и образами разной физической природы.

Глубина проработки общей теории схемотехники определяется объемом и глубиной знаний и умений использовать законы строения, функционирования и развития.

Сердцевину схемотехники составляют следующие общие и частные законы: законы диалектики (закон единства и борьбы противоположностей, закон перехода количественных изменений в качественные и обратно, закон отрицания отрицания), законы развития и существования (схемотехники), законы мышления, закон отражения, закон сохранения симметрии и другие.

Так, например, познание основных законов существования и развития схемотехники является основной задачей данной науки, связанной с поиском закономерных связей между мыслеобразами и схемами с одной стороны и с объектами, явлениями и процессами разной физической природы — с другой стороны.

Дадим краткую характеристику законам, составляющим сердцевину науки схемотехники.

#### *Закон единства и борьбы противоположностей*

Наличие противоречий в схемотехнике вызывает ее развитие, направленное на разрешение этих противоречий (прямая формулировка) и развитие схемотехники означает существование в ней противоречий (обратная формулировка).

Наличие противоречий означает структурность системы знаний.

#### *Закон перехода количественных изменений в качественные и обратно*

Механизм развития заключается в том, что по достижению определенного момента развития схемотехники количественные изменения в ней приводят к качественным, а качественные изменения приводят к определенным количественным изменениям.

#### *Закон отрицания отрицания*

В процессе развития новое (приобретенное) качество знаний и схем отбрасывает старые и вместе с тем включает в себя, в преобразованном виде, некоторые черты, стороны старых знаний и элементов схем.

Закон отрицания отрицания показывает связь старых и новых знаний и графических образов — схем в процессе развития.

*Законы мышления*

Законы мышления — правила, применение которых способствует достижению оптимальности мыслительной деятельности по созданию мыслеобразов и мыслеформ.

Не в мышлении как таковом, а в предметах мышления — будь они реальными или идеальными — заложены принципы, определяющие мышление и законы, приписывающие ему [14].

*Закон отражения*

Объекты материального мира отражаются в нашем сознании в виде образов посредством смысловой информации и знаний, полученных в результате их изучения.

*Законы сохранения симметрии:*

Симметрия никогда не нарушается, она трансформируется из одной формы в другую [15].

*Частный закон развития схемотехники*

Развитие науки схемотехники осуществляется по закону поступательно-вращательного движения (по пространственной спирали с определенной мерой рассеивания ее параметров — значений радиуса и шага), — через чередующиеся последовательности операций преобразования смысловой информации и знаний в схемы (графические образы), восприятия и анализа схем, вторичного преобразования их в новые мыслеобразы на основе дополнительных приобретенных знаний, с последующим преобразованием и получением схем требуемого качества (более совершенных и адекватных).

Чередующаяся последовательность преобразований — это поступательное движение с вращением. Вращение связано с чередой преобразований и с ее результатом — увеличением количества схем, а поступательное движение — с повышением их качества. Суммарный результат — это последовательное получение нового качества схем и схемотехнических решений на каждом витке (этапе) развития схемотехники.

*Каркас науки схемотехники*

Каркас схемотехники, как и любой другой науки, составляют категории. Категории — это предельно общие понятия, в которых отражены наиболее существенные свойства, связи и отношения предметов и явлений. Каркас схемотехники составляют следующие категории: объект, предмет, процесс, явление, теория, закон, принципы схемотехники, мышление (как процесс познавательной деятельности человека); знания<sup>1</sup>, методы извлечения знаний, способы представления знаний, интеллектуальная деятельность человека (— прием и переработка информации, формирование знаний), преобразовательные задачи, гармонизация<sup>2</sup>, знак, символ, образ<sup>3</sup>, мыслеобраза (знаки, символы), мыслеформа (сложных синтезируемых образов), схемотехническая модель, элементы схем, микросхема, схема прибора; схема системы; блок-схема, график, граф, чертеж, диаграмма; карта, визуализация схем, моделирование электронных схем, методы исследований и другие.

В основе механизма мышления лежит образ. Образ рождается в подсознании. Сначала он расплывчатый и неясный, потом он становится более четким. Все наши убеждения, действия, мысли, эмоции хранятся в нашем подсознании в виде образов. Умение работать на уровне образов позволяет взаимодействовать напрямую с источником мысли, с творческой стороной разума.

*Мыслеобраз* — это мысленное представление о предмете или явлении. Он имеет сенсорные признаки: цвет, форму, запах [19]. С другой стороны, мыслеобраз — это индивидуально воспринятый всеми органами чувств целостный образ предмета, процесса, явления [20].

*Мыслеформа* — это один или несколько мыслеобразов.

*Научные принципы* — это основные, исходные положения или фундамент теории [7].

Схемотехника построена на фундаменте, состоящем из следующих основных десяти научных принципов [21]: преемственности знаний, инвариантности, симметрии, соответствия, понимания, простоты, адекватности, структурирования, управляемости, системности развития схемотехники. Практически число принципов значительно больше. Приведем определения некоторых принципов.

*Принцип преемственности знаний*

Приобретенные фундаментальные знания не устаревают, — они трансформируются в новые знания в зависимости от проявлений свойств интеллекта и силы ума человека обобщать и подтверждать полученные новые теоретические (логические) знания эмпирически [22].

*Принцип инвариантности*

Целостный (графический) образ объекта (предмета, процесса, явления), воспринятого всеми органами чувств человека, должен быть инвариантным к пространственно-временным преобразованиям данного объекта (или к внешним воздействиям на него)».

*Принцип симметрии*

Целостный (графический) образ объекта (предмета, процесса, явления) должен отображать

<sup>1</sup> Знание — форма существования и систематизации результатов познавательной деятельности человека, а познание — совокупность процессов, процедур и методов приобретения знаний о явлениях и закономерностях объективного мира [16].

<sup>2</sup> Гармонизация — взаимное согласование, сведение в систему, унификация, координация, упорядочение, обеспечение взаимного соответствия процессов, отношений, предметов и т.п. [17].

<sup>3</sup> Категория образа, созданная исследовательской мыслью, является формой и инструментом ее работы (как и другие категории) [18].

пропорциональность и соразмерность между составными частями данного объекта.

*Принцип конгруэнтности (соответствия)*

Форма и содержание графических образов должна соответствовать желаемой форме и содержанию внутреннего (человеческого) представления (мыслеобразов).

*Принцип понимания*

Форма и содержание графических образов должны легко и безошибочно восприниматься и осмысливаться.

*Принцип простоты*

При прочих равных условиях предпочтителен наиболее простой графический образ (схема) объекта, воспринятого всеми органами чувств человека.

Следуя принципу Оккама [23], — «не следует умножать сущности сверх необходимости», можно утверждать, что «не следует усложнять графический образ объекта сверх необходимости».

*Принцип адекватности*

Воспринимаемый геометрический образ (схема) объекта, как совокупность знаков, символов и отношений между ними, должен адекватно отражать свойства объекта.

**Интегрируемые теории**

Наука схемотехника интегрирует в себя следующие теории, учения, их прикладные направления и элементы:

- 1) философские аспекты общей теории схемологии [24];
- 2) теорию познания и методы получения знаний (см. рис. 3) [25];
- 3) смысловую теорию мышления [26];
- 4) теорию решения изобретательских задач<sup>1</sup> [27];
- 5) теорию учения (по И.И. Ильясову) [28];
- 6) науку семиотику (семиологию), исследующую свойства знаков и знаковых систем;
- 7) онтологию<sup>2</sup> знаний [29];
- 8) теорию создания баз знаний для интеллектуальных систем проектирования (схем узлов, блоков, приборов, систем);
- 9) методологию разработки технических решений интеллектуальных систем проектирования схем узлов, блоков, приборов, систем;
- 10) теорию автоматизированного проектирования схемотехнических средств и систем.

Схемотехника объединяет все лучшее из перечисленных теорий с позиции системного подхода и использует полученные знания для своего развития и совершенствования.

Наука схемотехника состоит из четырех научных направлений: общетеоретическая схемотехника, прикладная (теоретическая) схемотехника, законодательная схемотехника и практическая схемотехника (рис. 3).

Рассмотрим сущность и дадим определения данным направлениям.

**Общетеоретическая схемотехника (схемология)**

Общетеоретическая схемотехника (схемология) — это высшая, обоснованная, логически непротиворечивая система научных знаний, дающая целостностный взгляд на существенные свойства, закономерности и причинно-следственные связи, определяющие характер функционирования и развития схемотехники, как науки и дисциплины.

*Предметом исследований* общетеоретической схемотехники является познание собственных (общих и частных) законов строения, функционирования, развития и мышления, направленное на получение новых знаний о мыслительных возможностях человека<sup>3</sup>, об особенностях процесса трансформации смысловой информации и субъективных знаний в объективные (графические образы, символы, знаки), на получение нового качества выполнения схем и разных технических решений, а также на развитие и становление схемотехники, как науки и дисциплины, и ее интеллектуальной базы знаний как основных составляющих интеллектуальных систем автоматизированного проектирования схем.

Когда мы говорим о ноу-хау, то всегда имеется в виду один из двух вариантов, либо речь идет о придумывании чего-то совершенно нового, никогда не существовавшего ранее, либо, что встречается гораздо чаще, об использовании чего-то даже известного, но неизвестным ранее способом, неизвестным ранее образом для достижения неизвестных ранее целей [7]

Общетеоретическая схемотехники — фундаментальное теоретическое направление схемотехники, формирующее систему абстрактных понятий и утверждений, представляющих собой не непосредственное, а идеализированное отображение знаний о действительности в схемотехнических образах и знаках, а также разрабатывающее систему законов, категорий, принципов, методологий, утверждений, критериев, гипотез, фактов, условий, ограничений и т.д., и т.п., необходимых для создания данной теории и через которые описываются полученные результаты научных теоретических и практических исследований.

**Прикладная схемотехника** — научно-техническое направление (раздел схемотехники), изучающее: теоретические основы, проблемы и особенности трансформации смысловой информации и субъективных знаний в специфические графические образы, символы, знаки; новые подходы и особенности выполнения схем и прикладных технических решений конкретно для нужд метрологии, физики, механики, химии, математики (техника преобразований), биологии, кибернетики и т.д.; пути развития и становления

<sup>1</sup> В части, например, путей и методов активизации всего образного воображения и системного мышления.

<sup>2</sup> В информатике термин «онтология» означает формальное представление знаний.

<sup>3</sup> по анализу и синтезу мыслеобразов и мыслеформ, генерированию новых идей, «ноу-хау» и т.д.

прикладной схемотехники, прикладных методологий и прикладных интеллектуальных баз знаний как основных составляющих интеллектуальных систем автоматизированного проектирования схем (рис. 3).

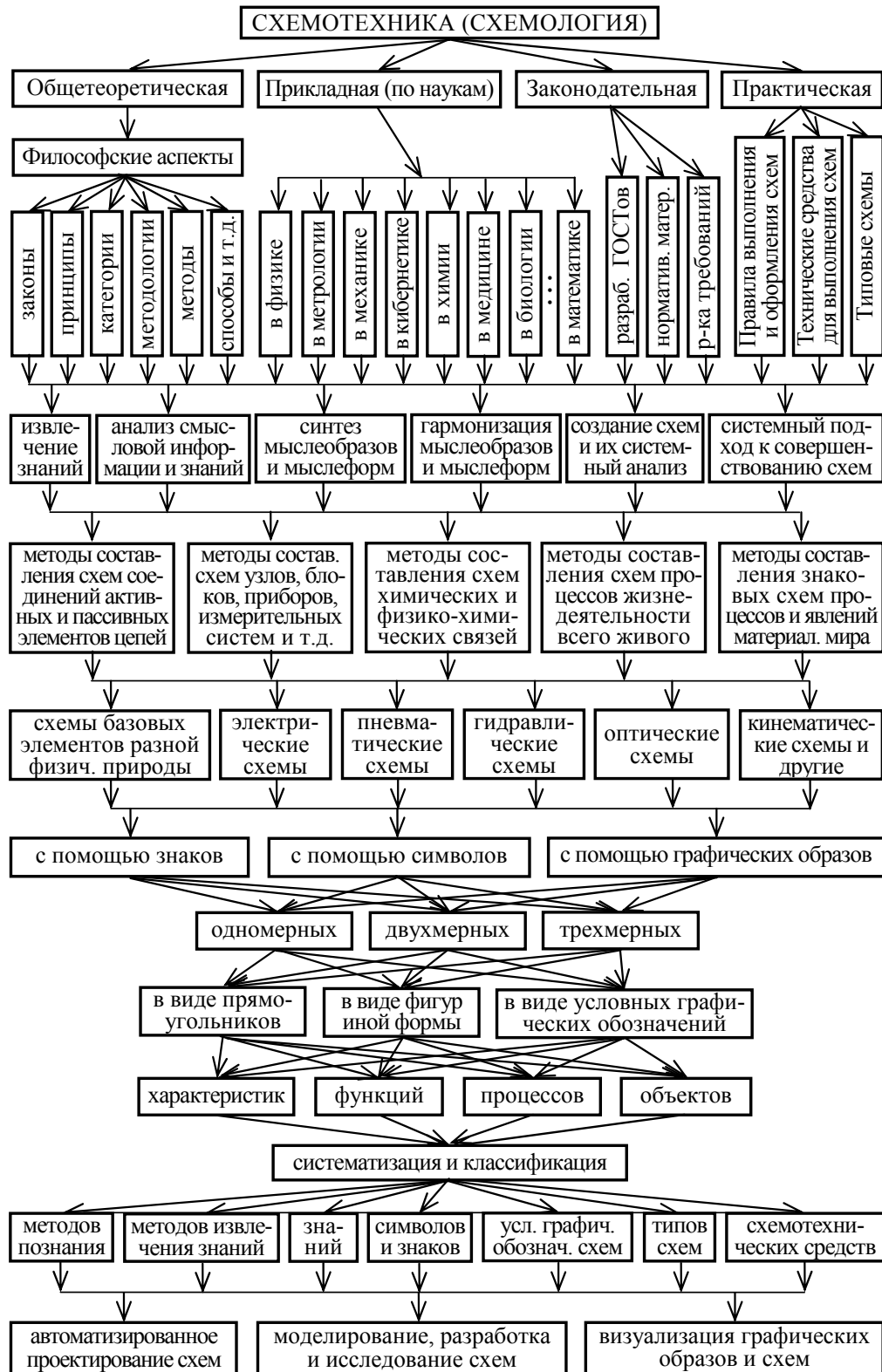


Рис. 3. Структура науки схемотехники (схемотологии)

Предметом исследований прикладной схемотехники является познание частных законов строения, функционирования, развития и мышления, направленное на получение прикладных знаний об особенностях трансформации смысловой информации и субъективных знаний в графические образы, символы, знаки прикладного характера, на создание и развитие прикладной интеллектуальной базы знаний как основных составляющих интеллектуальных систем автоматизированного проектирования схем для разных наук.

Законодательная схемотехника — научное направление, охватывающее проблемы и методологии разработки условных графических обозначений, правил, требований и норм (стандартов, нормативных

документов, требований и т.д.) выполнения схем и схмотехнических решений, имеющие ранг правовых положений, находящиеся под контролем государства и направленное на обеспечение единства графических изображений, схем и схмотехнических решений создаваемого или существующего объекта (предмета, процесса и явления).

*Практическая схмотехника* — научно-техническое направление, охватывающее разработку и исследование методов, методологий и техники проектирования, выполнения и оформления схем по определенным правилам с помощью тех или иных технических средств и с использованием типовых (стандартных) схем и условных графических обозначений, а также практическое исследование разработанных схем объектов.

Практическая схмотехника (схемология) изучает схемы и схмотехнические решения как результаты преобразования смысловой информации и субъективных знаний в объективные. Она занимается применением на практике результатов общетеоретических и прикладных исследований с учетом законодательной базы, моделированием, разработкой и исследованием электронных (аналоговых, дискретно-аналоговых и цифровых) схем и прикладных схмотехнических решений, созданием и исследованием новых схем<sup>1</sup>, решает вопросы визуализации графических образов и схем (рис. 3).

*Процесс преобразования смысловой информации и знаний*

Знания основаны на данных<sup>2</sup>, полученных эмпирическим путем. Они представляют собой результат мыслительной деятельности человека, направленной на обобщение опыта, полученного в результате практической деятельности.

*Знания* — это закономерности предметной области (законы, принципы, связи), полученные в результате практической деятельности и профессионального опыта, позволяющие специалистам ставить и решать задачи в этой области [30]. Знания фиксируются в образах, знаках и символах.

Процесс преобразования смысловой информации и знаний включает в себя следующие стадии (этапы): 1) извлечение знаний (классификация методов извлечения знаний приведена на рис. 4); 2) анализ смысловой информации и знаний; 3) синтез знаний и смысловой информации (мыслеобразов и мыслеформ) в разные графические формообразы (схемы); 4) гармонизация мыслеобразов и мыслеформ (взаимное согласование, сведение в систему, унификация, координация, упорядочение, обеспечение взаимного соответствия и отношений), т.е. предтеча к составлению схем; 5) создание схем (графических построений) и их системный (поэлементный) анализ; 6) рассмотрение схемы как единого (целого) образа технического решения с конечной совокупностью составных элементов (компонентов), находящиеся в определенных связях и отношения между собой, т.е. с позиции системного подхода.

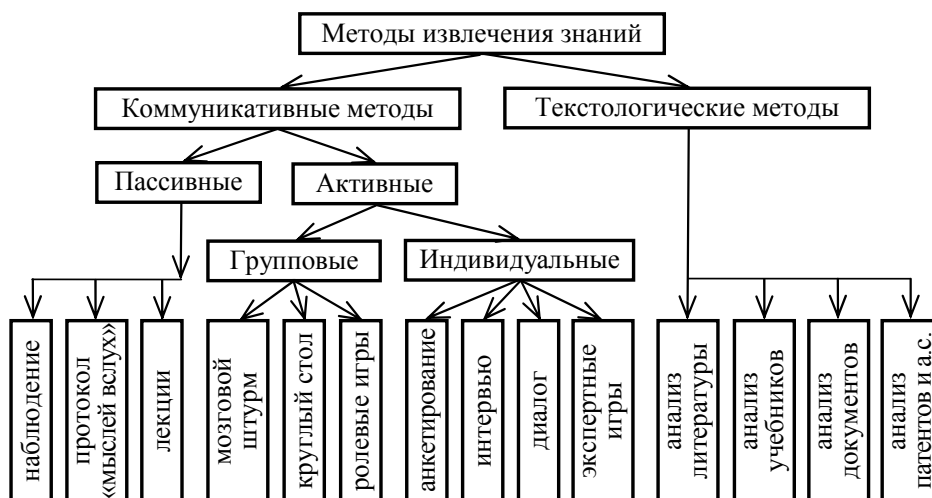


Рис. 4. Классификация методов извлечения знаний

### Методы и методологии

*Метод* — способ теоретического исследования или практического осуществления чего-нибудь [31].

Метод является инструментом научного познания явлений и отвечает на вопрос «как изучать предмет данной теории?» [32]. В зависимости от предмета применяются разные методы исследований.

В схмотехнике широко используются общенаучные методы исследований и познания действительности: аналитический, дедуктивный, диалектический, индуктивный, научный, обобщенный и экспериментальный методы [33].

В схмотехнике, как и в метрологии, используются также методы познания процессов, законов, явлений; методы формализации и структурирования; методы представления и методы изложения результатов исследований и

<sup>1</sup> Например, микросхем маломощных дифференциальных усилителей, интеграторов, микроконтроллеров, микроконверторов, микропроцессоров и т.д., как элементов вычислительной техники

<sup>2</sup> Данные — это отдельные факты, характеризующие объекты, процессы и явления предметной области, а также их свойства.



сущности полученных знаний и другие.

Среди них следует отметить: методы составления схем соединений активных и пассивных элементов электрических цепей; методы составления схем узлов, блоков, приборов, измерительных систем и т.д.; методы составления схем химических и физико-химических связей; методы составления схем процессов жизнедеятельности всего живого; методы составления знаковых схем процессов и явлений материального мира и другие (рис. 3).

*Методы схемотехники* — систематизированная совокупность шагов, действий, которые необходимо предпринять, чтобы решить определённую схемотехническую задачу или достичь определённой цели.

Системы методов представляют собой методологии. Методология в философском ее понимании охватывает более широкий круг аспектов, чем только структурированная система базовых методов. Наука схемотехника создает, изучает и развивает методологию получения новых знаний, методологию гармонизации мыслеобразов и мыслеформ, методологию проектирования схем, методологию выполнения и оформления схем, методологию практического исследований схем и другие (рис. 3).

Так, например, методология проектирования схем включает в себя не только методы извлечения знаний и составления схем, но и известные методы анализа: восхождение от абстрактного к конкретному (от смысловой информации и знаний к мыслеобразам, от мыслеобразов к методам составления схем и их реализации); от обобщения практических (эмпирических) результатов к теоретическим выводам; от единства анализа и синтеза новой смысловой информации, к новым знаниям или обобщениям; переход на новый виток развития схемотехники благодаря накопленным знаниям и базам знаний (— закон перехода количества в качество) и другие.

#### **Типы и виды схем**

Схемотехника разрабатывает, изучает и совершенствует такие типы схем, как: электрические, гидравлические, пневматические, газовые (кроме пневматических), кинематические, вакуумные, оптические, энергетические, деления, комбинированные и другие.

В схемотехнике существуют и развиваются такие виды схем, как: структурные, функциональные, принципиальные, схемы соединений, схемы подключений, схемы расположения, общие схемы, схемы деления, комбинированные и общие схемы [34 – 41] (на рис. 3 не показано). Общие требования к ним достаточно полно описаны в работе [42].

*Структурная схема*, например, отображает принцип работы изделия (объекта) в самом общем виде. На схеме изображаются все основные функциональные части изделия (элементы, устройства, функциональные группы) или процесса, их назначение и основные взаимосвязи между ними. Этот тип схем применяется наиболее часто, он объединяет схемы, отражающие состав изделий; блок-схемы, определяющие алгоритмы обработки информации; организационно-управленческие схемы и т. п. Действительное расположение составных частей изделия не учитывается, способ связи (проводная, индуктивная, количество проводов и т.п.) не раскрывается. Построение структурной схемы должно давать наглядное представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии. Направление хода процессов, происходящих в изделии, обозначают стрелками с развалом 60° на линиях взаимосвязи.

*Функциональные схемы* содержат информацию о процессах, протекающих в объектах. Графическое построение схемы должно наглядно отражать последовательность функциональных процессов, иллюстрируемых данной схемой. На схеме изображаются функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и связи между ними. Функциональные схемы позволяют анализировать возможности вновь разрабатываемых изделий, обосновывать проведение отладки и ремонта. Количество разрабатываемых функциональных схем изделия, степень их детализации и объем помещаемых сведений определяются разработчиком с учетом особенностей изделия. Действительное расположение в изделии элементов и устройств может не учитываться.

*Принципиальная схема* является наиболее полной электрической схемой изделия. На ней изображаются все электрические элементы и устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все связи между ними, а также элементы подключения (разъемы, зажимы), которыми заканчиваются входные и выходные цепи. На схеме могут быть изображены соединительные и монтажные элементы, устанавливаемые в изделии по конструктивным соображениям. Принципиальные схемы выполняются для изделий, находящихся в отключенном положении. В технически обоснованных случаях допускается отдельные элементы схемы изображать в выбранном рабочем положении с указанием поля режима этих элементов. Принципиальные схемы определяют полный состав элементов изделия и связей между ними, служат основанием для разработки комплекта конструкторской документации на изделие.

*Схемы соединений* отображают только связи между частями изделия, осуществляемые с помощью связующих элементов, с указанием их геометрического положения относительно частей изделия.

*Схемы подключений* показывают внешние подключения изделий.

*Схемы расположения* отображают геометрическое расположение элементов изделий относительно друг друга.

*Общие схемы* составляются с целью наглядного представления информации о составе очень сложных изделий и видах связи между их частями.

*Схемы деления* реализуют операцию деления.

*Комбинированные схемы* — это объединенные по два, реже по три типа схем. Например, электрогидравлические схемы, электропневматические схемы, структурно-функциональная (комбинированная, обусловленная отсутствием стандартных условных обозначений отдельных функциональных элементов) и другие.

### **Способы отображения схем**

В схемотехнике схемы отображаются с помощью знаков, символов и графических образов. Эти образы могут быть одномерными, двухмерными и трехмерными и отображаться в виде прямоугольников, в виде фигур иной формы, в виде условных графических обозначений.

*Знак* — это схематичное однозначное отображение предмета, понятия или явления [43].

Знак выражает смысл, а смысл указывает на значение.

*Символ* — это схематичное, отвлеченное, многозначное отображение образа предмета, понятия, явления, идеи.

Знак всегда меньше, чем представляемое им понятие, тогда как символ заключает в себе неизмеримо больше, чем его очевидное и сразу приходящее на ум значение [44].

Установлением отношения между символами и объектами, которые они обозначают, занимается семантика, т.е. наука, определяющая смысл знаков.

*Графические образы* — это геометрические знаки, т.е. совокупность точек, линий, фигур, с помощью которых формализовано отображаются предметы, понятия или явления. При этом каждому их изменению соответствует изменение графического образа [45].

*Графические образы* передают идеи, понятия, явления быстрее и нагляднее, чем другая смысловая информация, например, текстовая. Они облегчают анализ информации. Сквозь *графический образ* любая проблема видится более явно.

### **Блок-схемы**

Задание алгоритмов работы любого изделия с помощью блок-схем является очень удобным средством изображения алгоритмов и получило широкое распространение. *Блок-схема* алгоритма это графическое изображение алгоритма в виде связанных между собой с помощью стрелок (линий перехода) и *блоков* — графических символов, каждый из которых соответствует одному шагу алгоритма. Внутри блока дается описание соответствующего действия [46].

В работе [47] приведены сведения о символах, употребляемые в схемотехнике и метрологии. Условные графические обозначения, выполняемые вручную или автоматизированным способом — узаконенная совокупность точек, линий, фигур, с помощью которых формализовано отображаются функциональные блоки систем, приборов и элементов, процессы, явления и понятия.

### **Классификации**

Особое место в схемотехнике занимают классификации. Все, что наработано в научно-техническом плане, систематизируется и классифицируется. На сегодня известны классификации методов познания, методов извлечения знаний, самих знаний, символов и знаков, условных графических обозначений схем, видов и типов схем, типовых схем, схемотехнических средств и т.д. Классификация позволяет установить «белые пятна» в развитии схемотехники.

#### **Автоматизированное проектирование схем**

В заключение рассмотрим, вкратце, направления, связанные с автоматизированным проектированием, моделированием, разработкой и исследованием схем.

Проблемам автоматизированного проектирования схем уделяется большое внимание. Об этом свидетельствуют материалы сайта [48], работы [49, 50, 51] и другие.

Одними из наиболее широко используемых пакетов прикладных программ систем автоматизированного проектирования САПР ЭВС и РЭС являются пакеты P-CAD 2002 и AutoCAD 2002.

Система проектирования P-CAD 2002, например, содержит пять основных компонентов:

*Symbol Editor*, в среде которого производится разработка электрических символов элементов;

*Schematic*, служащий для автоматизированного проектирования принципиальных схем;

*Pattern Editor*, применяющийся при разработке посадочных мест корпусов элементов;

*Library Executive*, используемый при создании компонентов электрических схем;

*PCB*, в котором осуществляется разработка топологии печатной платы.

Применение этих пакетов позволяет создать заверченный цикл этапов конструкторского проектирования электронных модулей первого уровня: выбора варианта принципиальной схемы, создания библиотеки ее нестандартных электрорадиоэлементов, формирования принципиальной схемы, разработки топологии печатной платы, сохранения в формате обмена файлами необходимых видов печатной платы и схемы, проектирования фрагментов рабочего и сборочного чертежей платы и электронного модуля и сборки этих фрагментов в рабочий и сборочный чертежи модуля [50].

Фирма «Нанософт» выпустила пакет прикладных программ «nanoCAD Схемы»: автоматизированное проектирование схем. Программа, получившая название «nanoCAD Схемы», позволяет решать следующие задачи: выполнение функциональных и структурных схем, в том числе блок-схем; выполнение принципиальных электрических схем, в том числе схем цепей вторичной коммутации, принципиальных электрических схем блокировок и сигнализации, принципиальных электрических схем

питания, принципиальных электрических монтажных схем и т.д.; выполнение технологических схем, в том числе схем автоматизации; формирование проектной документации.

Технические средства, реализующие пакеты прикладных программ, содержат, как правило, одну или несколько ЭВМ с развитой периферией, включая широкий набор устройств для ввода в ЭВМ информации (цифровой, текстовой, графической) и средства отображения (дисплеи, графопостроители, печатающие устройства).

На сегодня известно достаточное количество систем автоматизированного проектирования и моделирования схем, средства графического программирования, симуляторов схем, наборов утилит и программ, позволяющих проектировать интегральные схемы, проводить аналоговое и цифровое моделирование, разрабатывать и подготавливать к производству многослойные печатные платы высокого уровня и т.д. В качестве примера можно назвать следующие [51]: Proteus, NI Multisim, LTspice/SwitcherCAD, TINA-TI, EDWinXP, DIALux, Electronics Workbench, Allegro Cadence, PartSim, idealCircuit. Так, например, система Proteus [51] является мощнейшей и популярной системой автоматизированного проектирования, позволяющей виртуально смоделировать работу огромного количества аналоговых и цифровых устройств. В качестве профессиональной программы аналогового, цифрового и смешанного моделирования и анализа цепей электронных устройств средней степени сложности можно назвать программу Micro-Cap.

### Визуализация

Разработанные схемы обычно отображаются на листке бумаги, с использованием оптических носителей или с использованием голографии. Графические изображения малых размеров обычно отображаются на листах бумаги стандартного размера (A4, A3, A2, A1, A0) с помощью графопостроителей, печатающих устройств или на видеодисплеях компьютеров.

Карты местности, воздушной и наземной обстановки зачастую отображаются на графических дисплеях, проектируются на экраны больших размеров. Трехмерные графические изображения отображаются (визуализируются), как правило, с использованием компьютеризованных средств голографического отображения информации.

**Приведенная структура науки схемотехники может совершенствоваться и расширяться по мере развития данной науки.**

Отметим, что схемотехника является составной частью Мега Науки Метрологии (МНМ). Она объединяет такие науки, как собственно метрологию, сенсорику, метронику, видеонику и схемотехнику (см. рис. 5). История развития данных наук свидетельствует о наличии тесных связей между ними, — как созидательных, передающих знания, так и управляющих этими знаниями. Интенсивное развитие данной мега науки должно стать первостепенной задачей любой развивающейся страны.

Таким образом, в работе заложены теоретические основы науки схемотехники (схемотехники) в части ее структуры, терминов, определений, предмета исследований, основных научных направлений и т.д. и т.п.

### Выводы

Впервые в мире разработана структура науки схемотехники, что привело к получению новой информации о ее составных частях, о предметах исследований, законов развития, используемых принципах, категориях, направлениях развития и т.д.

Приведено определение схемы, как графического образа, изображающего объекты, процессы и явления, взаиморасположение, связи и взаимоотношения их частей.

Дано определение науки схемотехники, ее предмета и цели исследований. Предложено использовать два названия-синонима данной науки — схемотехника и схемотехника.

Выделены четыре научно-организационно-технических направления в схемотехнике: общенаучная схемотехника (схемотехника), прикладная схемотехника, законодательная схемотехника и практическая схемотехника.

Приведены соответствующие определения данным направлениям и предметам исследований.

Изложены фундаментальные положения о законах, категориях и принципах, доказывающие становление и формирование схемотехники как науки в процессе развития.

Рассмотрены этапы процесса преобразования смысловой информации и знаний, что дало возможность понять сущность процесса синтеза схем разного вида и типа.

Изложены общие понятия и определения, составляющие основу науки схемотехники.

Показано, что на сегодня известно достаточное количество современных систем автоматизированного проектирования и моделирования схем, средства графического программирования, симуляторов схем, наборов утилит и программ, позволяющих проектировать интегральные схемы, проводить аналоговое и цифровое моделирование, разрабатывать и подготавливать к производству многослойные печатные платы высокого уровня и т.д.

Констатируется, что схемотехника является составной частью меганауки метрологии, объединяющей такие науки, как метрологию, сенсорику, схемотехнику, метронику и видеонику.

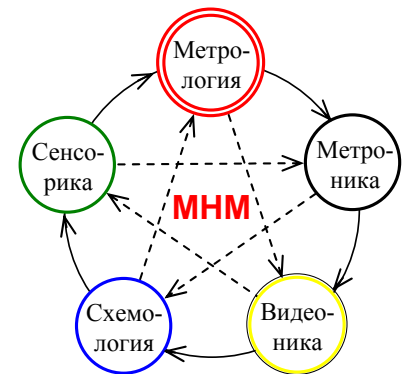


Рис. 5. Структура мега науки метрологии

## Література

1. Розин В.М. «Введение в схемологию: Схемы в философии, культуре, науке, проектировании». — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. — 256 с.
2. Что такое техническое решение. Режим доступа: <http://author-it.ru/content/%D1%87%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F>.
3. Схема. Режим доступа: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_philosophy/3433/%D0%A1%D0%A5%D0%95%D0%9C%D0%90](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/3433/%D0%A1%D0%A5%D0%95%D0%9C%D0%90).
4. Чертеж. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D1%82%D1%91%D0%B6>.
5. Диаграмма. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0>.
6. Диаграммы и их виды. Режим доступа: <http://www.grandars.ru/student/statistika/diagrammy.html>
7. Статистические карты. Режим доступа: [http://www.e-reading-lib.com/chapter.php/103879/19/Shcherbina\\_-\\_Obshchaya\\_teoriya\\_statistiki.html](http://www.e-reading-lib.com/chapter.php/103879/19/Shcherbina_-_Obshchaya_teoriya_statistiki.html).
8. Принципы системного подхода в моделировании. Режим доступа: [http://www.sernam.ru/book\\_mm.php?id=6](http://www.sernam.ru/book_mm.php?id=6).
9. Тема 10. Модели и моделирование в информатике. Режим доступа: [\[http://tsput.ru/res/informat/info\\_net/lek/lek10.htm\]](http://tsput.ru/res/informat/info_net/lek/lek10.htm).
10. ГОСТ 2.708-81. Правила оформления эл. схем цифровой вычислит. техники. Режим доступа: <http://www.pntd.ru/2.708.htm>
11. Спиркин А.Г. Основы философии: Учеб. Пособие для вузов. — М.: Политиздат, 1988. — 592 с.
12. Ментальность и ментальные технологии. Режим доступа: <http://mental-tech.livejournal.com> ].
13. Содержане и форма. Режим доступа: <http://velsat.net/psych4.html> ].
14. Законы мышления. Режим доступа: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_philosophy/2293/%D0%97%D0%90%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%AB](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/2293/%D0%97%D0%90%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%AB).
15. Причинность. Режим доступа: <http://milogiya.narod.ru/konzeptpril1.htm>.
16. Знание. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5>.
17. Гармонизация. Режим доступа: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/dic\\_economic\\_law/2463/%D0%93%D0%90%D0%A0%D0%9C%D0%9E%D0%9D%D0%98%D0%97%D0%90%D0%A6%D0%98%D0%AF](http://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_economic_law/2463/%D0%93%D0%90%D0%A0%D0%9C%D0%9E%D0%9D%D0%98%D0%97%D0%90%D0%A6%D0%98%D0%AF).
18. Категория образа. Режим доступа: <http://psylib.org.ua/books/petya01/txt04.htm>. ];
19. Мыслеобразы и мыслеформы. Режим доступа: [http://dhruva.ucoz.ru/publ/mysleobrazy\\_i\\_mysleformy/1-1-0-7](http://dhruva.ucoz.ru/publ/mysleobrazy_i_mysleformy/1-1-0-7).
20. Мыслеобраз. Режим доступа: <http://raen-noos.narod.ru/poleznoe.htm>.
21. Принципы модельного мышления в ТРИЗ. Режим доступа: <http://temm.ru/ru/section.php?docId=3607> ];
22. Кондратов В.Т. Философские аспекты теории избыточных измерений / В. Т. Кондратов // Вимірю-вальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2008. — № 2. — С. 7 – 23.
23. Простоты принцип. Режим доступа: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_philosophy/8943/%D0%9F%D0%A0%D0%9E%D0%A1%D0%A2%D0%9E%D0%A2%D0%AB](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/8943/%D0%9F%D0%A0%D0%9E%D0%A1%D0%A2%D0%9E%D0%A2%D0%AB) ].
24. Розин В.М. — Введение в схемологию: Схемы в философии, культуре, науке, проектировании. Режим доступа: [http://platonanet.org.ua/load/knigi\\_po\\_filosofii/analiticheskaja\\_filo-sofija/rozin\\_vvedenie\\_skhemologiju/28-1-0-2226](http://platonanet.org.ua/load/knigi_po_filosofii/analiticheskaja_filo-sofija/rozin_vvedenie_skhemologiju/28-1-0-2226).
25. Знания. Виды знаний. Методы извлечения знаний: коммуникативные, текстологические. Режим доступа: <http://daxnow.narod.ru/index/0-19>.
26. Эмоции и проблема классификации видов мышления. Смысловая теория мышления. Режим доступа: <http://psixologiya.org/obshhaya/myshlenie/1592-emoczii-i-problema-klassifikaczii-vidov-myshleniya-babaeva.html?start=5>
27. Теория решения изобретательских задач. Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F\\_%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F\\_%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85\\_%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87)
28. Учение и его структура. Знания и действия как предмет и результат учения. Режим доступа: <http://www.psyworld.ru/for-students/cards/general-psychology/962-2010-11-03-13-24-51.html>
29. Онтология и представление знаний. Режим доступ: <http://www.lektorium.tv/course/?id=22781>
30. Управление знаниями. Режим доступа: <https://sites.google.com/site/upravleniez-znaniami/inzenieria-znaniy/bazy-znaniy>
31. Ожегов С.М. Словарь русского языка / Под ред. Н.Ю.Шве-довой. — М.: Рус. яз. — 1984. — 816 с.
32. Корогодина И.Т. Методология, методы и принципы анализа экономических законов и категорий. /Вестник ВГУ, Серия: Экономика и управление, 2005, № 2. — с. 32-41.

33. Метод. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4>].
34. Виды и типы схем. Режим доступа: [http://ng.sibstrin.ru/wolchin/umm/in\\_graph/ig/009/000.htm](http://ng.sibstrin.ru/wolchin/umm/in_graph/ig/009/000.htm).
35. ГОСТ. Виды и типы схем. Режим доступа: [http://www.snip-info.ru/Gost\\_2\\_701-84.htm](http://www.snip-info.ru/Gost_2_701-84.htm).
36. Схемы электрические принципиальные (Схемы соединений). Режим доступа: <http://www.labfor.ru/guidance/eskd/66>.
37. Схемы подключения MDS-модулей. Режим доступа: <http://contravt-metodichka.ru/?id=8652>.
38. Схемы подключения. Режим доступа: [https://www.google.com.ua/search?q=%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B+%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9&ie=utf-8&oe=utf-8&rls=org.mozilla:ru:official&client=firefox-a&gws\\_rd=cr&ei=SoQpUs37EYOC4gSH5oGwCA#q=%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B+%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9&rls=org.mozilla:ru:official&start=30](https://www.google.com.ua/search?q=%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B+%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9&ie=utf-8&oe=utf-8&rls=org.mozilla:ru:official&client=firefox-a&gws_rd=cr&ei=SoQpUs37EYOC4gSH5oGwCA#q=%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B+%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9&rls=org.mozilla:ru:official&start=30)
39. Технологическая документация, применяемая при сборке РЭА и приборов. Режим доступа: [http://library.tuit.uz/skanir\\_knigi/book/radioel/radio\\_3.htm](http://library.tuit.uz/skanir_knigi/book/radioel/radio_3.htm)
40. Условные графические обозначения элементов электрических схем. Режим доступа: [http://edu.dvgups.ru/METDOC/ENF/NACHGEOM/ING\\_GRAF/METHOD/U\\_POS/frame/2.htm](http://edu.dvgups.ru/METDOC/ENF/NACHGEOM/ING_GRAF/METHOD/U_POS/frame/2.htm)
41. ГОСТ 2.711-82 ЕСКД. Схема деления изделия на составные части. Режим доступа: [http://www.opengost.ru/iso/01\\_gosty/01100\\_gost\\_iso/0110001\\_gost\\_iso/1497-gost-2.711-82-eskd.-shema-deleniya-izdeliya-na-sostavnye-chasti.html](http://www.opengost.ru/iso/01_gosty/01100_gost_iso/0110001_gost_iso/1497-gost-2.711-82-eskd.-shema-deleniya-izdeliya-na-sostavnye-chasti.html).
42. Общие требования. Режим доступа: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-489640.html?page=14>.
43. Знак. Режим доступа: <http://asdmagic.ru/ezoterica/simbols/ponyatie-simvola-i-znaka-podrobnaya-klassifikaciya/>.
44. Графические образы как архетипы сознания. Режим доступа: <http://vels.org.ru/biblio/vels.htm>.
45. Графический образ. Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/id197881p1.html>].
46. Блок-схема алгоритма. Режим доступа: <http://shkolo.ru/blok-shema-algoritma/>.
47. Методичні вказівки до виконання курсових проектів та робіт з дисциплін: «Інтелектуальні засоби вимірювальної техніки» та «Цифрові вимірювальні прилади» у частині побудови блок – схем алгоритмів та програм. Режим доступу: <http://kondratov.com.ua/index.php/metodichki-preprinty/metodichki>.
48. Автоматизированное проектирование электронных схем. Режим доступа: <https://www.google.com.ua/#q=%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5+%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5+%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85+%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC>
49. Автоматизированное проектирование электронных устройств. Режим доступа: [http://uchit.net/catalog/Kommunikatsii\\_i\\_svyaz/104927/](http://uchit.net/catalog/Kommunikatsii_i_svyaz/104927/).
50. О. Л. Смирнов, С. Ю. Питерский. Автоматизированное проектирование электронных модулей. Лаб. практикум / СПбГУАП. СПб., 2005. 168 с.: ил. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/923/44923/files/Smirnovpiter.pdf>.
51. CAD-программы. Режим доступа: [http://cxem.net/software/soft\\_CAD.php](http://cxem.net/software/soft_CAD.php)

## References

1. Rozin V.M. «Vvedenie v skhemologiju: Skhemy v filosofii, kulture, nauke, proektirovanii». — М.: Knizhnyj dom «LIBROKOM», 2011. — 256 s.
2. Chto takoe tekhnicheskoe reshenie. Rezhim dostupa: <http://author-it.ru/content/%D1%87%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B5%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F>.
3. Skhema. Rezhim dostupa: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_philosophy/3433/%D0%A1%D0%A5%D0%95%D0%9C%D0%90](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/3433/%D0%A1%D0%A5%D0%95%D0%9C%D0%90).
4. Chertezh. Rezhim dostupa: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D1%82%D1%91%D0%B6>.
5. Diagramma. Rezhim dostupa: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0>.
6. Diagrammy i ikh vidy. Rezhim dostupa: <http://www.grandars.ru/student/statistika/diagrammy.html>
7. Statisticheskie karty. Rezhim dostupa: [http://www.e-reading-lib.com/chapter.php/103879/19/Shcherbina\\_-\\_Obshchaya\\_teoriya\\_statistiki.html](http://www.e-reading-lib.com/chapter.php/103879/19/Shcherbina_-_Obshchaya_teoriya_statistiki.html).
8. Printsipy sistemnogo podkhoda v modelirovanii. Rezhim dostupa: [http://www.sernam.ru/book\\_mm.php?id=6](http://www.sernam.ru/book_mm.php?id=6).
9. Tema 10. Modeli i modelirovanie v informatike. Rezhim dostupa: [http://tsput.ru/res/informat/info\\_net/lek/lek10.htm](http://tsput.ru/res/informat/info_net/lek/lek10.htm).
10. GOST 2.708-81. Pravila oformlenija tlktronykh skhem tsifrovoy vychislitelnoj tekhniki. Rezhim dostupa: <http://www.pntd.ru/2.708.htm>
11. Spirkin A.G. Osnovy filosofii: Ucheb. Pjajbije dla vuzov. — М.: Pjkitizdat, 1988. — 592 s.
12. Mentalnost i mentalnye tekhnologii. Rezhim dostupa: <http://mental-tech.livejournal.com> ].
13. Soderzhaniye I forma. Rezhim dostupa: <http://velsat.net/psych4.html> ].
14. Zakony myshltnija. Rezhim dostupa: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_philosophy/2293/%D0%97%D0%90%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%AB](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/2293/%D0%97%D0%90%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%AB).
15. Prichinnost. Rezhim dostupa: <http://milogiya.narod.ru/konzeptpril1.htm>.
16. Znanie. Rezhim dostupa: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5>.
17. Garminizatsija. Rezhim dostupa: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/dic\\_economic\\_law/2463/%D0%93%D0%90%D0%A0%D0%9C%D0%9E%D0%9D%D0%98%D0%97%D0%90%D0%A6%D0%98%D0%AF](http://dic.academic.ru/dic.nsf/dic_economic_law/2463/%D0%93%D0%90%D0%A0%D0%9C%D0%9E%D0%9D%D0%98%D0%97%D0%90%D0%A6%D0%98%D0%AF).
18. Kategorija obraza. Rezhim dostupa: <http://psylib.org.ua/books/petya01/txt04.htm> ].

19. Mysleobrazy i mysleformy. Rezhim dostupa: [http://dhruva.ucoz.ru/publ/mysleobrazy\\_i\\_mysleformy/1-1-0-7](http://dhruva.ucoz.ru/publ/mysleobrazy_i_mysleformy/1-1-0-7).
20. Mysleobraz. Rezhim dostupa: <http://raen-noos.narod.ru/poleznoe.htm>.
21. Printsipy modelnogo myshleniya v TRIZ. Rezhim dostupa: <http://temm.ru/ru/section.php?docId=3607>].
22. Kondratov V.T. Philisifskie aspekty teorii izbytochnykh ismerenij / B. T. Кондратов // Bymiruvalna ta obchislualna tekhnika v tekhnologichnykh protsesakh. — 2008. — № 2. — С. 7 – 23.
23. Prostoty printsip. Rezhim dostupa: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_philosophy/8943/%D0%9F%D0%A0%D0%9E%D0%A1%D0%A2%D0%9E%D0%A2%D0%AB](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/8943/%D0%9F%D0%A0%D0%9E%D0%A1%D0%A2%D0%9E%D0%A2%D0%AB)].
24. Rozin V.M. «Vvedenie v skhemologiju: Skhemy v filosofii, kulture, nauke, proektirovanii». Rezhim dostupa: [http://platonet.org.ua/load/knigi\\_po\\_filosofii/analiticheskaja\\_filo-sofija/rozin\\_vvedenie\\_skhemologiju-/28-1-0-2226](http://platonet.org.ua/load/knigi_po_filosofii/analiticheskaja_filo-sofija/rozin_vvedenie_skhemologiju-/28-1-0-2226).
25. Znanija. Vidy pnanij. Metody izvlechenija znanij: kommunikativnye, tekstologicheskie. Rezhim dostupa: <http://daxnow.narod.ru/index/0-19>.
26. Emotsii i problema klassifikatsii vidov myshlenija. Smyslovaja teorija myshlenija. Rezhim dostupa: <http://psixologiya.org/obshhaya/myshlenie/1592-emoczii-i-problema-klassifikaczii-vidov-mysleniya-babaeva.html?start=5>
27. Teorija reshenija izobretatelskikh zadach. Rezhim dostupa: [http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F\\_%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F\\_%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85\\_%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F_%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85_%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87)
28. Uchenie i ego struktura. Znanija I dejstvija kak predmet i rezultat uchenija. Rezhim dostupa: <http://www.psyworld.ru/for-students/cards/general-psychology/962-2010-11-03-13-24-51.html>
29. Ontologija I predstavlenie znanij. Rezhim dostupa: <http://www.lektorium.tv/course/?id=22781>
30. Upravlenie znanijami. Rezhim dostupa: <https://sites.google.com/site/upravlenie-znaniami/inzeneria-znanij/bazy-znanij>
31. Ozhegov S.M. Slovar russkogo jazyka / Pod red. N.Yu. Shvedovoj. — M.: Rusc. jaz. — 1984. — 816 s.
32. Korogodin I.T. Metodologija, metody I printsipy analiza ekonomicheskikh zakonov I kategorij. /Vestnik VGU, Serija: Ekonomika I upravlenie, 2005, № 2. — S. 32-41.
33. Metod. Rezhim dostupa: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4>.
34. Vidy I tipy skhem. Rezhim dostupa: [http://ng.sibstrin.ru/wolchin/umm/in\\_graph/ig/009/000.htm](http://ng.sibstrin.ru/wolchin/umm/in_graph/ig/009/000.htm).
35. GOST. Vidsy I tipy skhem. Rezhim dostupa: [http://www.snip-info.ru/Gost\\_2\\_701-84.htm](http://www.snip-info.ru/Gost_2_701-84.htm).
36. Skhemy elektricheskije printsipialnye (Skhemy soedinenij). Rezhim dostupa: <http://www.labfor.ru/guidance/eskd/66>.
37. Skhemy podklyuchenija MDS-modulej. Rezhim dostupa: <http://contravt-metodichka.ru/?id=8652>.
38. Skhemy podklyuchenija. Rezhim dostupa: [https://www.google.com.ua/search?q=%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B+%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9&ie=utf-8&oe=utf-8&rls=org.mozilla:ru:official&client=firefox-a&gws\\_rd=cr&ei=SoQpUs37EYOC4gSH5oGwCA#q=%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B+%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9&rls=org.mozilla:ru:official&start=30](https://www.google.com.ua/search?q=%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B+%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9&ie=utf-8&oe=utf-8&rls=org.mozilla:ru:official&client=firefox-a&gws_rd=cr&ei=SoQpUs37EYOC4gSH5oGwCA#q=%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D1%8B+%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9&rls=org.mozilla:ru:official&start=30)
39. Tekhnologicheskaja dokumentatsija, primenuemaja pri sborke REA i priborov. Rezhim dostupa: [http://library.tuit.uz/skanir\\_knigi/book/radioel/radio\\_3.htm](http://library.tuit.uz/skanir_knigi/book/radioel/radio_3.htm)
40. Uslovnie graphicheskie oboznachenija elementov elektricheskikh skhem. Rezhim dostupa: [http://edu.dvgups.ru/METDOC/ENF/NACHGEOM/ING\\_GRAF/METHOD/U\\_POS/frame/2.htm](http://edu.dvgups.ru/METDOC/ENF/NACHGEOM/ING_GRAF/METHOD/U_POS/frame/2.htm).
41. GOST 2.711-82 ESKD. Skhema deleniya izdelija na sostavnye chasti. Rezhim dostupa: [http://www.opengost.ru/iso/01\\_gosty/01100\\_gost\\_iso/0110001\\_gost\\_iso/1497-gost-2.711-82-eskd.-shema-deleniya-izdeliya-na-sostavnye-chasti.html](http://www.opengost.ru/iso/01_gosty/01100_gost_iso/0110001_gost_iso/1497-gost-2.711-82-eskd.-shema-deleniya-izdeliya-na-sostavnye-chasti.html).
42. Obschie trebovanija. Rezhim dostupa: <http://rudocs.exdat.com/docs/index-489640.html?page=14>.
43. Znak. Rezhim dostupa: <http://asdmagic.ru/ezoterica/simbols/ponyatie-simvola-i-znaka-podrobnaya-klassifikaciya/>.
44. Graphicheskie obrazy kak arkhetyipy soznaniya. Rezhim dostupa: <http://vels.org.ru/biblio/vels.htm>.
45. Graphicheskij obraz. Rezhim dostupa: <http://www.ngpedia.ru/id197881p1.html>].
46. Blok-skHEMA algoritma. Rezhim dostupa: <http://shkolo.ru/blok-skHEMA-algoritma/>].
47. Metodychni vkazivky do vykonannja kursovykh proektiv tar obit z dystsiplin: «Intelektualni zasoby vymiryuvalnoj tekhniki» ta «Tsyfrovij vymiryuvalni pryklady» u chastyni pobudovy blok – skhem algorytmiv ta program. Rezhim dostupu: <http://kondratov.com.ua/index.php/metodichki-preprinty/metodichki>.
48. Avtomatizirovannoe proektirovanie elektronnykh skhem. Rezhim dostupa: <https://www.google.com.ua/#q=%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5+%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5+%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85+%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC>
49. Avtomatizirovannoe proektirovanie elektronnykh ustrojstv. Rezhim dostupa: [http://uchit.net/catalog/Kommunikatsii\\_i\\_svyaz/104927/](http://uchit.net/catalog/Kommunikatsii_i_svyaz/104927/).
50. O. L. Smirnov, S. Yu. Piterskij. Avtomatizirovannoe proektirovanie elektronnykh modulej. Lab. praktikum / SPbGUAP. SPb., 2005. 168 s.: il. Rezhim dostupa: <http://window.edu.ru/resource/923/44923/files/Smirnovpiter.pdf>.
51. CAD-programmy. Rezhim dostupa: [http://cxem.net/software/soft\\_CAD.php](http://cxem.net/software/soft_CAD.php)

Надійшла до редакції  
7.6.2013 р.