

Статья. Библиографические данные:

Житников А.П.  
Базовые области приложений параллельной (и последовательной) алгоритмики.  
// Сборник научных трудов: Применение инновационных технологий преподавания математических дисциплин в школе и в вузе (по материалам научно-практической конференции).– Борисоглебск: БГПИ, 2014.  
– С. 95-115.

## **БАЗОВЫЕ ОБЛАСТИ ПРИЛОЖЕНИЙ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ (И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ) АЛГОРИТМИКИ**

Представлен электронный вариант оригинала печатной статьи.  
Статья приводится с технической доработкой:  
гиперссылки, оглавление, цветовые элементы и т.п.

### **СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 ПРОБЛЕМНОЕ ОБЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА.....	4
Массовое распространение параллельных систем .....	4
Массовый интуитивный параллелизм .....	5
Краткая постановка массовой образовательной задачи .....	5
Начальные шаги .....	6
Алгоритмические системы.....	7
2 АНАЛОГИИ РАЗВИТИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АЛГОРИТМИЧЕСКИХ СИСТЕМ .....	8
2.1 Ведущие тенденции развития вычислительной техники.....	9
Общая система тенденций развития вычислительной техники .....	9
Периодизация развития вычислительной техники.....	9
2.2 Ведущие тенденции развития алгоритмических систем .....	10

Общая система тенденций развития .....	10
Развитие структуры алгоритмических систем .....	11
Формирование и развитие исходных структурных компонент ...	12
Формирование структурных классов .....	12
<b>3 ГЛАВНАЯ ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ: РАСШИРЕНИЕ ОБЛАСТИ</b>	
<b>МАССОВОЙ АЛГОРИТМИЗАЦИИ .....</b>	<b>13</b>
Общая структура исторического процесса .....	13
3.2 Система базовых областей массовой алгоритмизации .....	13
Порядок формирования базовых областей.....	13
Последовательность областей алгоритмизации .....	14
3.3 Краткая характеристика областей массовой алгоритмизации .....	15
Подготовка: область подготовки массовой алгоритмизации .....	15
Арифметика: арифметическая область алгоритмизации .....	15
Математика: математическая область алгоритмизации.....	16
Техника: техническая область алгоритмизации .....	17
Кибернетика: перспективная область алгоритмизации .....	18
<b>4 ОБОБЩЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ТЕРМИНА "ТЕХНИКА" .....</b>	<b>19</b>
Техника – техника деятельности .....	19
Рабочие уточнения .....	20
Виды средств (оснащения) деятельности .....	21
Термины "технология", "информационная технология" .....	21
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>22</b>

## ВВЕДЕНИЕ

В статьях [1,2] выявлены последовательно возникающие в общем последовательном расширении **базовые области** (Рис. 3.1) и соответствующие им **базовые направления** массового распространения и развития параллельных (и последовательных) алгоритмических систем информатики: **арифметика**, **математика** (включая арифметику как ее базис), **техника** (ее автоматизация и автоматика, включая математику как ее базис), **кибернетика** целесообразных систем (включая технику как ее базис).

Как показывает опыт общения со специалистами разных категорий, в целом такая схема (Рис. 3.1) последовательного расширения и обобщения алгоритмических представлений достаточно убедительная. Но может вызывать возражения область алгоритмизации, именуемая как **техника**. Например, возражение типа: "А куда отнести экономику, биологию, химию и другие области, где алгоритмизация также весьма развита?".

Здесь может быть такой быстрый предварительный ответ:

- **техническая область** алгоритмизации (основанная на математике и арифметике) **реально существует** и должна присутствовать в этой схеме;
- между областями (границами областей) техники и кибернетики (Рис. 3.1) можно ввести **промежуточную область алгоритмизации**, охватывающую все виды деятельности человека (включая технику, а также "экономику, химию (химическую науку и технику) и другие области ...");
- однако **это оказывается излишним**, поскольку в условиях **всеобщей информатизации** всех видов деятельности человека, включая умственный и физический труд, все они имеют тенденцию **технического оснащения и автоматизации**, и происходит их очевидная инженеризация: включая арифметику и математику – в (инженерной) форме вычислительной техники и с явными тенденциями превращения на их основе современной информатики в техническую (инженерную) информатику.

Но, тем не менее, требуется обоснование всей такой схемы в целом.

При этом необходимо выделить следующие существенные аспекты:

1) **Арифметика** и, затем, **математика** – это **исторически первые** успешные области **массовой автоматизации** умственной деятельности. Причем, они были заложены еще несовершенными (с инженерной точки зрения) механическими средствами на "заре" технической (инженерной) информатизации – на ее механической стадии и в самом ее начале:

это суммирующая машина Паскаля и арифмометр Лейбница, затем программируемая (на перфокартах) механическая аналитическая (вычислительная) машина Бэббиджа с механическим арифметическим устройством.

2) Уже на ранних стадиях автоматизации арифметических вычислений появляется **фактор параллелизма вычислений**:

- в арифмометре Лейбница использовалась механическая арифметика с параллельной обработкой разрядов длинных многоразрядных числовых

регистров, но с последовательными межразрядными переносами [3];

- в арифметическом устройстве последних моделей машины Бэббиджа появились ускорение и параллелизм межразрядных переносов [3].

В данной статье приводится *обоснование* выделения указанных базовых областей массовой алгоритмизации:

- на основе *обобщения ведущих тенденций* развития *вычислительной техники*, четко сформулированных в работе [3];
- в составе общих *тенденций исторического процесса* (позапного) формирования и развития *массовой алгоритмизации*;
- с уточнением конкретного смысла применения (в излагаемой системе анализа) современного предельно *обобщенного понятия техники*.

Все это представляет интерес само по себе и, в частности, необходимо для изложения следующей статьи [4] (в данном сборнике) – краткого первичного анализа *базовых исторических направлений массовой алгоритмизации* (в составе базовых областей):

начиная именно с параллельной (и последовательной) арифметической и, затем, математической алгоритмизации и соответствующих видов техники.

## 1 ПРОБЛЕМНОЕ ОБЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

### Массовое распространение параллельных систем

Характерной особенностью текущей информатизации деятельности человека во всех областях его деятельности является стремительное массовое распространение *параллельных систем* разного типа. Это системы, обеспечивающие выполнение *параллельных дискретных процессов* (с совмещением действий во времени). Например:

- многоядерные процессоры персональных компьютеров и мобильных гаджетов с параллельной арифметикой их арифметико-логических блоков;
- обычные уже многозадачные и многопоточные операционные системы (семейства Windows, например) и прикладные программные системы;
- игровые программы – развитая отрасль программной индустрии: это, в частности, большой потенциал в области обучающих игровых программ и тренажеров по тематике параллельных алгоритмов и программ;
- локальные и глобальные сети, объединенная мировая сетевая система Интернета, массовые социальные интернет-сети и т.п.

Широко распространены параллельные дискретные процессы в автоматизации и информатизации разных видов техники и технологических процессов. В частности, интенсивно развиваются робототехника и робототехнические системы как *носители* параллельных (и последовательных) дискретных процессов и управляющих программ.

Следует особо отметить, что *лидером* отечественной робототехники на текущее время (по фактору массовости) является, фактически, *массовое детское и юношеское робототехническое творчество* (грустный парадокс постперестроечных последствий). В некоторых школах Москвы, Петербурга и других городов детская робототехника (на базе специальных конструкторов LEGO с микропроцессорами на параллельной арифметике и средствами сенсорики) уже вводится в учебный процесс [5].

В основе всех таких систем лежит (в явной или неявной форме представления) *параллельная компьютерная математика*, а в ее основе лежит *параллельная компьютерная арифметика* – в составе арифметико-логических устройств центральных процессоров.

### Массовый интуитивный параллелизм

Рядовой массовый *пользователь* таких систем активно применяет *фактор параллелизма* процессов и алгоритмов (правил) поведения пока, обычно, *на неосознанном интуитивном уровне*. Это так же, как он с детства *интуитивно действует* в окружающем (внешнем и внутреннем) мире множеств разных одновременно (параллельно во времени) существующих, действующих и взаимодействующих субъектов деятельности: здесь, часто, *не осознается* явно факт наличия параллелизма процессов и используемых алгоритмов (правил) поведения.

Более того, в области активно формируемого массового компьютерного и робототехнического творчества распространяются параллельные программы (с некоторыми параллельными алгоритмами в их основе). Здесь уже их массовый *разработчик* часто реализует параллелизм алгоритмов и программ *на неосознанном интуитивном уровне* [6,7]. Причем этот вид массового творчества осваивают *школьники старшего, среднего и даже младшего возраста*. Актуальным является (структурный) алгоритмический анализ такой реальной действительности: *интуитивный параллелизм массовых программных разработок* [6,7].

### Краткая постановка массовой образовательной задачи

В настоящее время фокус массовой алгоритмической актуальности перемещается на параллельные алгоритмы, обобщающие последовательные алгоритмические представления. При этом традиционные последовательные алгоритмы включаются в состав параллельной алгоритмики и могут интерпретироваться как вырожденный, но базисный частный случай: вырожденная единичная степень параллелизма – параллелизм отсутствует.

Объективно актуальной является *задача раннего массового обучения* в области основ параллельной (и последовательной) алгоритмики и ее программной реализации:

- в общих или специальных курсах информатики начальной, средней и высшей профессиональной школы, а также в общеобразовательной школе;
- если не по линии основного учебного процесса, то по линии дополнительного образования, самообразования, технического творчества и т.п.

Эта задача включает два аспекта:

- адекватный выбор базового содержания для **практически полезного** раннего начального обучения в области основ параллельной (и последовательной) алгоритмики и ее программной реализации (в вузе, например – с первого дня первого курса обучения, а не на четвертом-пятом курсе);
- их раннее использование и развитие в других дисциплинах общеобразовательного и профессионального профиля.

Для решения этой задачи необходима хорошая общая **ориентировка** в обширном многообразии разных частных теорий, методов, направлений и задач теоретической и практической параллельной (и последовательной) алгоритмики. Но в данном отношении имеют место большие **проблемы**:

- отсутствует их общеизвестная и общепринятая **классификационная систематизация**, и представители разных направлений **плохо информированы** по общему и смежному состоянию этого вопроса, причем:

быстрое развитие "параллельной" алгоритмической практики на много опережает развитие теории;

- преобладают **конструктивные формальные (синтаксические) методы** и средства для их реализации автоматами (без "понятия"), но существуют большие **проблемы конструктивного описания, понимания и объяснения** существа параллельных логических механизмов их действия во времени, ориентированные на человека (с "понятием"):

это более или менее компенсируется только длительным интуитивным опытом их практического применения (без необходимых гарантий).

Здесь имеет место большая **неопределенность** (индефинитика), характерная для многих быстро развивающихся научных дисциплин [8]: "неполнота, неясность, нечеткость представлений, наличие сомнительных, запутанных и ошибочных положений и т.п."

Данный факт имеет большие **последствия** в концептуальном, теоретическом, практическом и учебно-методическом отношении [1].

Актуальной задачей является, в первую очередь, поэтапная **классификационная систематизация** всего такого алгоритмического разнообразия в целом. Это необходимо для последующего его многоаспектного системного анализа и наработки соответствующих результативных мер.

## Начальные шаги

В статьях [1,2] отражается ключевой начальный проблемный вопрос:

- строится исходная общая **классификация алгоритмических систем** по базовым историческим областям приложений алгоритмов (Рис. 3.1): **арифметика**, **математика** (включая арифметику), **техника** (включая математику), **кибернетика** целесообразных систем (включая технику);
- кратко отражается общий поэтапный исторический процесс развития алгоритмических систем в последовательном расширении и обобщении общей области **массовых** приложений алгоритмов.

Все конкретные частные направления теории и практики параллель-



ной (и последовательной) алгоритмики распределяются по этим базовым областям (возможно, с обобщениями и абстрагированием от частной специфики конкретных приложений). На этой основе они подлежат последующей дополнительной классификационной дифференциации и системному анализу по отдельности и, что очень важно, в их взаимосвязи и взаимодействии.

В данной статье приводится обоснование такого исторического **процесса развития** алгоритмики и его **ведущих тенденций**. Это выполняется по обобщающей аналогии с ведущими тенденциями исторического процесса развития вычислительной техники (вычислительных алгоритмических систем), сформулированными в работе [3]. И, кроме того, специально кратко формулируется интерпретация **обобщенного понятия техники** для незавершенной и проблемной области формирования технических приложений алгоритмики, а также математики и арифметики.

## Алгоритмические системы

Все изложение статьи основано на понятии алгоритмических систем.

Понятие алгоритмических систем **разных уровней** технического оснащения и автоматизации (начиная от "нуля" и выше) предварительно определяется в статьях [1,2] (Рис. 1.1). Они анализируются в разных аспектах в других статьях, доступных на сайте **paralg.ucoz.com**. В целом алгоритмические системы включают в себя следующие составляющие их виды систем:

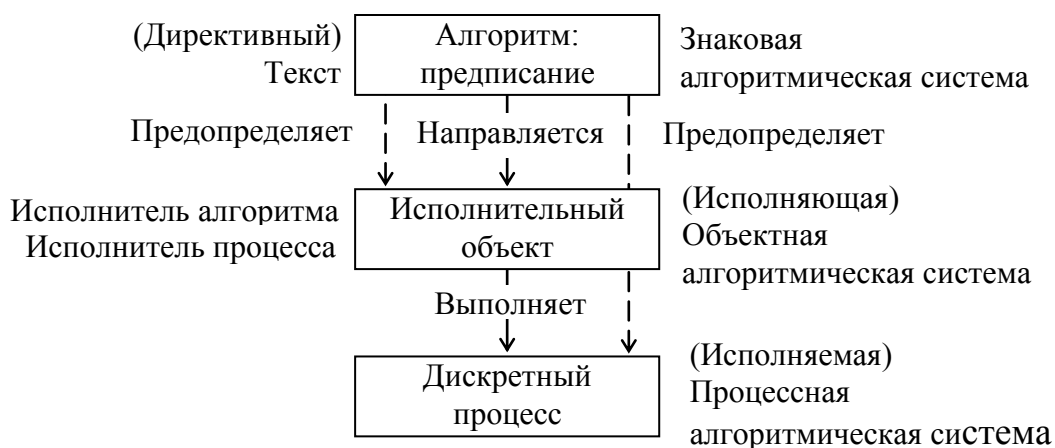


Рис. 1.1. Общая (комплексная) алгоритмическая система

1) **Алгоритмы – знаковые алгоритмические системы** типа текстов (в широком понимании термина "текст") директивного содержания (то есть тексты, подлежащие исполнению):

- это **предписания** некоторым (единичным или множественным) исполнителям выполнить **комплекс действий** определенной последовательной или параллельной структуры во времени (с некоторыми исходными данными с целью достижения определенных результатов);
- например, структурные и функциональные (структурно-функциональ-

ные) формулы и схемы алгоритмов (блок-схемы, штрих-схемы, граф-схемы и т.д.), псевдокоды алгоритмов и т.п.

2) **Системы реализации** (осуществления, воплощения) алгоритмов. Это системы выполнения и обеспечения выполнения алгоритмов (так или иначе представленные в алгоритмах), включая:

- дискретные **процессы** определенной последовательной или параллельной структуры во времени (с определенными результатами по технологии их выполнения):

это (целевые) **процессные системы реализации** алгоритмов, которые непосредственно предопределяются и, следовательно, так или иначе, отображаются алгоритмами;

- **объекты** определенной структуры, выполняющие заданные в алгоритмах процессы:

это (инструментальные) **объектные системы реализации** – (единичные или множественные) **исполнители** алгоритмов и заданных ими процессов, которые предопределяются или / и предполагаются в текстах алгоритмов и связанных с ними контекстах.

Выделяются основные формы реализации алгоритмических систем:

**программная, аппаратная, организационная** (персональная) и **комбинированная**, а для области кибернетики – и **биологическая** реализация (индивидуальная и социальная).

## 2 АНАЛОГИИ РАЗВИТИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АЛГОРИТМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Как уже отмечалось, в параллельной алгоритмике:

- преобладают конструктивные формальные (синтаксические) методы;
- имеют место большие проблемы конструктивного описания, понимания и объяснения существа многих ключевых аспектов:

логика параллельного управления порядком выполняемых действий во времени и т.п.

Еще древним грекам были известны методологические установки:

"хочешь понять **суть вещей**, познай их **происхождение** (и **развитие**)";

"невозможно овладеть **вещами**, ничего не зная об их **происхождении**".

То есть необходимо вникать анализом в изначальную и последующую историю явлений. И не просто в историю (как перечень исторических фактов), а в причинную историю, в ее причинные исторические корни и движущие факторы.

Основным содержанием дальнейшего изложения является первичный анализ общего процесса развития алгоритмических систем как **истории алгоритмизации разных (всех) видов деятельности** ее исполнителей.

Предварительно принимаются к сведению изложенные ниже полезные **анalogии** процесса развития **вычислительной техники**, формулируемые в работе [3] (и представленные далее в некоторой их адаптации).



## 2.1 Ведущие тенденции развития вычислительной техники

### Общая система тенденций развития вычислительной техники

Во вводной части книги [3] по истории вычислительной техники (ВТ) кратко формулируются общие принципы развития ВТ, которые:

- закладываются в структуру изложения содержания книги;
- сами по себе представляют собой концептуальные положения ключевого значения для понимания процесса развития ВТ и для их обобщения применительно к развитию алгоритмических систем (Рис. 2.1).

В книге [3] определяются следующие *ведущие тенденции* развития ВТ, то есть развития технического оснащения и автоматизации вычислительной (и, более широко, математической) деятельности человека:

1) Наиболее существенной (главной) чертой развития ВТ является *систематическое расширение круга и класса практически решаемых задач* [3]. При этом:

- расширение круга решаемых задач означает, по-видимому, расширение *количественных масштабов* их применения: далее это интерпретируется как систематический *рост фактора массовости* применения решаемых задач в общей области их приложения;
- расширение класса решаемых задач означает, по-видимому, систематическое расширение качественного разнообразия решаемых задач и их объединение в *систематически расширяющийся общий (сводный) класс задач*, доступных для решения средствами ВТ.

2) Такое расширение (причинно) обуславливается *систематическим ростом* вычислительных *возможностей* ВТ [3]. Это могут быть:

- *функциональные* возможности – по видам и сложности задач;
- *эксплуатационные* возможности:

производительность, надежность, пригодность к практическому использованию и удобство использования (usability: юзабилити) и т.п.

3) Выделяются *основные факторы* роста возможностей ВТ [3]:

- *физико-технологический фактор* – развитие физического принципа действия ВТ и технологии ее производства: это ведущий фактор, значительно обуславливающий остальные факторы;
- *схемный (элементный) фактор* – развитие элементной базы ВТ;
- *структурный фактор* – развитие структуры (архитектуры) вычислительных устройств, а также появление сетей ЭВМ.

4) Отражается *периодизация* развития ВТ.

### Периодизация развития вычислительной техники

В развитии ВТ выделяются следующие основные этапы [3]:

1) *Домеханический этап* (начиная с 30-40 тысячелетия до н.э. – еще в среднекаменном веке), включая:

- а) *Предметный счет* – на пальцах, камешках, палочках, зарубках.
- б) Использование средств *домеханического приборного счета* сле-

дующих основных видов:

- абак – простые счетные приспособления разных конструктивных видов: это счетная доска с наличием одного, двух и более числовых регистров с раскладкой или перемещением в полях регистров счетных элементов (речных камушков или калькулей, ракушек, фруктовых косточек и т.п.);
- более поздние средства – китайские, японские и русские счеты с перемещением счетных элементов (косточек) на спицах числовых регистров.

2) **Механический этап** – механические вычислительные средства (с середины 17-го века):

а) Арифметические устройства для выполнения отдельных арифметических операций:

суммирующая машина Паскаля, арифмометр Лейбница (сложение, вычитание, умножение, деление) и последующие арифметические механизмы.

б) Механические математические машины для сложных (многооперационных) вычислений:

разностная машина, аналитическая вычислительная машина Бэббиджа с программным управлением (на перфокартах) и ее более поздние аналоги.

3) **Электромеханический этап** – электромеханические и релейно-контактные вычислительные средства (с 90-х годов 19-го века):

это, по существу, промежуточный переходный этап от вычислительной механики к вычислительной электронике.

4) **Электронный этап** (со 2-й половины 40-х годов 20-го века):

электронные машины (и микропроцессорная техника) разных поколений на основе центральных процессоров, оперативной памяти, каналов связи для передачи (поток) данных и команд, а также, в более позднее время, локальные и глобальные сети ЭВМ и т.п.

## 2.2 Ведущие тенденции развития алгоритмических систем

### Общая система тенденций развития

Вычислительная техника (во взаимосвязи с человеком) рассматривается как частный вид алгоритмических систем – в области математической (в частности, вычислительной) деятельности человека. По аналогии с тенденциями развития ВТ и в их обобщении далее определяются следующие **ведущие тенденции развития алгоритмических систем** (Рис. 2.1):

1) Главная (наиболее существенная итоговая) тенденция:

**Систематическое расширение общей области** массовой алгоритмизации деятельности ее исполнителей, включая два ключевых аспекта:

- систематический **рост (фактора) массовости** создания и применения алгоритмических систем;
- систематическое **расширение разнообразия и общего (сводного) класса алгоритмических систем по области их приложений.**

2) Факторы обеспечения основной тенденции:

**Систематический рост возможностей** систем массовой алгоритмиза-

ции, включая:

- рост **функциональных** возможностей алгоритмических систем;
- рост их **эксплуатационных** возможностей.

3) Факторы роста возможностей алгоритмических систем:

- **рост уровня технического оснащения** (и автоматизации) алгоритмических систем в следующей общей последовательности: алгоритмические системы без средств технического оснащения, домеханическое оснащение, механизация и автоматизация систем;
- **развитие элементной (компонентной) базы** алгоритмических систем;
- **развитие структуры** алгоритмических систем информатики.



Рис. 2.1. Ведущие тенденции развития алгоритмических систем

## Развитие структуры алгоритмических систем

**Алгоритмические системы** рассматриваются далее как **системы (алгоритмического) управления** порядком выполнения комплексов действий и их параметрами (Рис. 2.2а).

Соответственно этому выделяются следующие исходные аспекты развития структуры (строения) алгоритмических систем как систем (алгорит-

мического) управления:

1) Формирование и развитие ключевых исходных **структурных алгоритмических компонент** (алгоритмической) системы управления: **управляющая структура** (система) и **управляемая структура** (система) в составе общей системы (структуры) алгоритмического управления и в их взаимосвязи.

2) Формирование и развитие **структурных классов алгоритмов** по структуре указанных составляющих подсистем системы управления.



Рис. 2.2. Общая структура системы управления и алгоритма

### Формирование и развитие исходных структурных компонент

Формирование и развитие ключевых исходных **структурных алгоритмических компонент** (Рис. 2.2б) определяется по двум направлениям:

- **управляющая система** или **субъект управления** (в составе общей системы управления):

ассоциируется с понятием **потока управления** алгоритмов, выполняющего (дискретный) **управляющий процесс** порядком выполнения действий;

- **управляемая система** или **объект управления** (в составе общей системы управления):

ассоциируется с понятием **потока данных** алгоритма, выполняющего (дискретный) **управляемый процесс** размещения, хранения, продвижения и обработки (информационных или / и материальных) данных.

Потоки управления и потоки данных рассматриваются в разных аспектах в разных статьях автора, доступных на сайте [paralg.ucoz.com](http://paralg.ucoz.com).

### Формирование структурных классов

Формирование **структурных классов алгоритмов** определяется по структуре указанных составляющих подсистем алгоритмических систем управления, включая:

1) Ключевое исходное структурное деление алгоритмов и систем на **последовательные и параллельные** алгоритмы (по потоку управления).

2) Разные структурные **подклассы** классов последовательных и параллельных алгоритмов и алгоритмических систем:

- двухполюсные и многополюсные структуры (по входам и выходам управления);
- постоянные (фиксированные) структуры и переменные структуры; переменные структуры – переключаемые (с условными переходами) и оперативно порождаемые (и ликвидируемые) структуры;
- ациклические и циклические структуры;
- простые и конвейерные структуры;
- структуры взаимодействия процессов и т.п.

### 3 ГЛАВНАЯ ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ: РАСШИРЕНИЕ ОБЛАСТИ МАССОВОЙ АЛГОРИТМИЗАЦИИ

#### 3.1 Исторический процесс развития и его компоненты

##### Общая структура исторического процесса

*Систематическое расширение общей области* массовой алгоритмизации охватывает весь общий *исторический процесс развития* алгоритмических систем. Он имеет достаточно сложную структуру, включая следующие исходные компоненты:

1) ОМА: Прикладные исторические *области массовой алгоритмизации* (Рис. 3.1) и *этапы* (стадии) их формирования – это исходная *общая периодизация* общего процесса развития алгоритмики:

- такие этапы достоверно отражают появление очередной новой области массовой алгоритмизации и массовых алгоритмических систем качественного нового типа;
- но до этого, как правило, длительно формировались их *предпосылки* и ранее всегда существовали их примитивные исторические *прототипы*.

2) НМА: Исторические *направления массовой алгоритмизации* в рамках ОМА (после их формирования). Они являются заключительной частью исторически более длительных *направлений развития алгоритмики* (НРА), включая этапы подготовки, формирования и развития НМА: это *частная периодизация* по направлениям [4].

#### 3.2 Система базовых областей массовой алгоритмизации

##### Порядок формирования базовых областей

Как уже отмечалось, анализ проблемы выявляет исходную предельно общую периодизацию в отношении *общего процесса развития* массовой алгоритмизации:

- *последовательное поэтапное расширение* общей области массовых приложений алгоритмов и алгоритмических систем;
- *поочередное формирование* (по линии общего расширения) исторических базовых *областей массовой алгоритмизации* (ОМА, Рис. 3.1).

Каждая область массовой алгоритмизации включает в себя:

1) Множество наличных алгоритмических систем информатики: в деятельности человека или вне деятельности человека (природные носители и исполнители целесообразной деятельности, подлежащие изучению и освоению человеком и подверженные его влиянию).

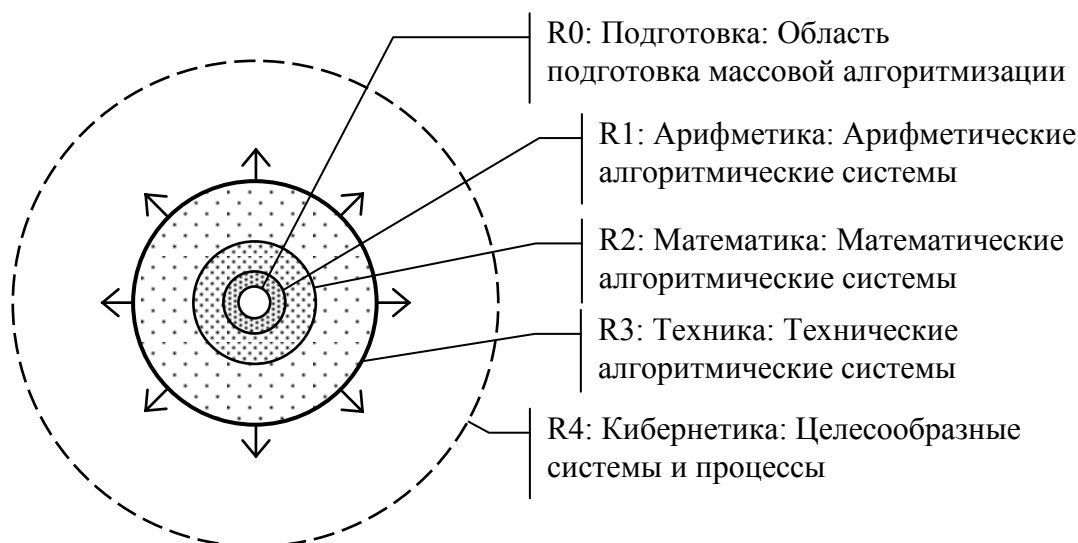
2) Их концептуальное и теоретическое обеспечение (если оно есть): по мере его появления в деятельности человека и массового освоения.

Последовательное поэтапное расширение общей области алгоритмизации происходит в порядке формирования качественно новых прикладных исторических областей массовой алгоритмизации с ключевым **фактором массовости**, который определяет:

- господствующий тип прикладных алгоритмических систем на данное время в деятельности человека;
- соответствующие этому господствующие алгоритмические представления (включая их концептуальное и теоретическое обеспечение).

### Последовательность областей алгоритмизации

Четко выделяются (Рис. 3.1) следующие последовательно возникающие прикладные исторические **области** (regions) R0..R4 алгоритмизации:



$R1 \rightarrow R2 \rightarrow R3 \rightarrow R4$ : последовательное появление областей

$R1 \subset R2 \subset R3 \subset R4$ : последовательное включение областей

**Рис. 3.1.** Прикладные исторические области алгоритмизации

R0: **Подготовка**: ОПМА: Область подготовки массовой алгоритмизации – появление и накопление исторических предпосылок и простых (примитивных) прототипов алгоритмических систем: эта область всегда существовала, начиная с древних времен всякой деятельности человека и других субъектов деятельности.

R1: **Арифметика**: А-ОМА: Арифметическая область массовой алгоритмизации – алгоритмизация арифметической деятельности человека.



R2: **Математика** (включая арифметику как ее базис): М-ОМА: Математическая область массовой алгоритмизации – алгоритмизация математической деятельности человека.

R3: **Техника** (ее автоматизация и автоматика, включая математику с арифметикой как ее базис): Т-ОМА: Техническая область массовой алгоритмизации – алгоритмизация технической деятельности человека:

- любой вида (всех видов) **деятельности человека** (с любым уровнем технического оснащения и автоматизации деятельности);
- этот вопрос далее особо анализируется на предмет употребления термина "техника" в предельно широком смысле – любые способы и средства для осуществления любой деятельности человека.

R4: **Кибернетика**: П-ОМА: Перспективная область массовой алгоритмизации – алгоритмизация кибернетики целесообразных систем: всех видов целесообразной деятельности любых (целесообразных) исполнителей деятельности (не только человека, но включая его технику).

### 3.3 Краткая характеристика областей массовой алгоритмизации

#### Подготовка: область подготовки массовой алгоритмизации

Рассматривается область R0: **Подготовка**: ОПМА: Область подготовки массовой алгоритмизации.

Массовая алгоритмизация определенного типа не начинается внезапно, а всегда имеет каких-то более ранних **исторических предшественников**. Она содержит **предпосылки** и простые (примитивные) алгоритмические **прототипы** алгоритмических систем всех областей и направлений последующего формирования и развития массовой алгоритмизации.

Эти исторические предшественники имеют (не случайное) корневое историческое **причинное значение** в формировании и развитии всех последующих за ними алгоритмических систем.

Такая алгоритмическая подготовка массовой алгоритмизации:

- начинается с древних времен существования человека;
- продолжается в наше время;
- будет продолжаться (по-видимому) всегда.

Формирование всех областей и направлений массовой алгоритмизации имеют предшествующие этапы подготовки, включая:

- длительную **общую подготовку** – с древних времен и прототипов;
- относительно более короткий **этап непосредственной подготовки**.

#### Арифметика: арифметическая область алгоритмизации

Рассматривается область R1: **Арифметика**: А-ОМА: Арифметическая область массовой алгоритмизации.

Это **исторически первичная**, узкая по классу прикладных алгоритмических систем и высокоспециализированная область массовой алгоритмизации – алгоритмизация арифметической деятельности человека:

1) Она активно формируется в Средневековой Европе и далее: по ходу разработки и массового распространения здесь **письменной десятичной арифметики** (на бумаге) **в позиционной десятичной системе счисления** с появлением **десятичных арифметических алгоритмов** письменного сложения, вычитания, умножения и деления.

2) Завершается ее формирование появлением первых механических средств автоматизации арифметических вычислений, причем именно **в десятичной системе счисления** – в середине 17-го века и далее.

3) Однако, ранее в истории человека с древних времен существовал и развивался устный и пальцевой счет и примитивные (домеханические) арифметические вычисления на абаке (и их интуитивные алгоритмы): это **общий многотысячелетний подготовительный период**.

4) **Непосредственный подготовительный период** включает в себя:

- появление **индийского счета** в позиционной десятичной системе на счетной доске, покрытой песком или пылью (5-й век н.э.) и его распространение в арабском мире (к 9-му веку);
- появление первого учебника по индийскому счету арабского ученого Аль-Хорезми (825 г.), появление его перевода на латинский язык (1147 г.) и его быстрое распространение в Средневековой Европе.

Сейчас эта область включает в себя арифметические алгоритмические системы всех уровней технического оснащения и автоматизации:

- от систем **последовательного** устного и пальцевого счета (совместно с человеком – исполнителем счета);
- до **параллельной** компьютерной (микропроцессорной) арифметики на основе центральных процессоров (с человеком-пользователем), включая: арифметико-логические устройства и управляющие автоматы в их составе (а также дополнительное специальное программное обеспечение).

## **Математика: математическая область алгоритмизация**

Рассматривается область R2: **Математика** (включая арифметику): М-ОМА: Математическая область массовой алгоритмизации.

Это **исторически вторичная** качественно новая, очень широкая и разнообразная область массовой алгоритмизации – алгоритмизация математической деятельности человека. Она включает в себя арифметику как особый **базисный** частный случай математики, но **на порядки превосходит** ее по масштабам и разнообразию в **надстройке** базиса.

Эта область массовой алгоритмизации имеет:

1) Длительный **общий подготовительный период** – зарождение математики в первых цивилизациях, возникновение в Древней Греции и последующее развитие научных основ геометрии, теории чисел и элементов алгебры, причем; уже в Древней Греции появляются четкие правила (алгоритмы) геометрических построений, правило (алгоритм) Евклида – математический алгоритм вычисления наибольшего общего делителя и т.п.

## 2) **Непосредственный подготовительный период:**

- завершение формирования элементарной математики (к концу 16-го в.);
- появление (в начале 17-го века) координатной системы и аналитической геометрии, понятия переменной с завершением формирования символической записи математических утверждений и т.п.;
- появление дифференциального и интегрального исчисления: здесь у Лейбница впервые появляется **понятие (математического) алгоритма** применительно к способам решения задач дифференциального и интегрального исчисления (2-я треть 17-го века).

3) **Период формирования** математической области массовой алгоритмизации (с середины-конца 17-го века), который:

- начинается постепенным распространением понятия алгоритма во все разделы бурно развивающейся математики;
- завершается появлением **классической** или **фундаментальной теории** (математических) **алгоритмов** (30-е годы 20-го века), появлением ЭВМ, их программирования (середина 40-х годов 20-го века) и связанным с этим появлением **неклассической** или **прикладной теории** (математических) алгоритмов: сначала как теории **последовательных** алгоритмов (50-е годы), и, затем, как теории **параллельных** алгоритмов (60-е годы).

В настоящее время это наиболее **развитая** и **господствующая** область приложений алгоритмов. Она охватывает математические алгоритмические системы всех уровней технического оснащения и автоматизации:

- от древних и средневековых **ручных систем** решения математических задач **последовательного действия**, например: человеко-бумажные системы с ручным решением математических задач на бумажных носителях, а ранее на пергаменте, папирусе и т.п.;
- до современных систем **параллельной компьютерной математики**: на машинных носителях, локальных и глобальных сетевых масштабов (с человеком-пользователем в их составе).

## **Техника: техническая область алгоритмизации**

Рассматривается область R3: **Техника** (включая технику математики и арифметики). Т-ОМА: Техническая область массовой алгоритмизации.

Термин "техника" используется в предельно широком смысле и означает профессиональное (в разной степени) **искусство** высокоорганизованного выполнения разных (всех) видов деятельности человека. Она содержит **методы и средства** (сумму технологий) их выполнения и, в частности, **комплексы средств технического оснащения**.

Техника – это **исторически третичная** еще более широкая и разнообразная область массовой алгоритмизации:

- от исторически первичных и примитивных видов деятельности;
- до первых технически высокооснащенных видов: машиностроение, приборостроение, строительство, транспорт и связь, от-

части сельское хозяйство и т.д.;

- и до любых современных видов деятельности в условиях их информатизации и постиндустриализации, включая области деятельности: работа, образование, отдых и быт, медицина, экономика (финансово-хозяйственная деятельность), политика, искусство, любые научные области – физика, химия, география, биология и т.п.

Это массовая алгоритмизация **всех видов деятельности человека**. Она включает в себя алгоритмизацию математики (и арифметики) как особый **базисный** частный случай техники, но на порядки превосходит ее по масштабам и разнообразию в **настройке** базиса.

Она охватывает технические алгоритмические системы всех уровней технического оснащения и автоматизации:

- от ручных и механизированных систем;
- до автоматизированных (и автоматических) систем разных видов и масштабов.

Эта область массовой алгоритмизации имеет:

1) Длительный **общий подготовительный период**:

начиная от доисторических времен первобытного человека древнекаменного века (использование каменных и деревянных орудий и технологий, огня и т.д.), затем медного и железного века, систематическое развитие технической механики в Древней Греции, затем средневековье и т.д.

2) **Непосредственный подготовительный период**:

первая и вторая научно-техническая революция, индустриализация, механическая и, затем, электро-техническая автоматизация.

3) **Период формирования** (с середины 20-го века) – так называемая постиндустриализация (третья научно-техническая революция):

он начинается с появлением первых элементов технической теории алгоритмов (еще не завершенной в ее формировании) – алгоритмы управления информационными и материальными объектами и потоками, включая реагирующие системы, взаимодействующие со средой и т.п.

Техника – это **активно формируемая область алгоритмизации** в настоящее время и находится **в незавершенной стадии формирования**:

- еще не представляет собой четко сформировавшуюся область;
- еще не имеет развитую собственную концептуальную и теоретическую алгоритмическую базу.

## **Кибернетика: перспективная область алгоритмизации**

Рассматривается область R4: **Кибернетика**: П-ОМА. Перспективная область массовой алгоритмизации.

Это алгоритмизация целесообразных систем – алгоритмизация любых (всех) видов целесообразной деятельности любых ее исполнителей. Она включает в себя технические системы (человеческой деятельности) как ее **базис** – условно это **техническая кибернетика**:

алгоритмизация технических систем с учетом принципов кибернетики.

Однако она превосходит ее по составу и разнообразию в его **надстройке**, которая выходит за рамки деятельности человека:

- биологические объекты (как субъекты деятельности) разных уровней (от одноклеточных до многоклеточных организмов), их органы (или органеллы) и системы, их разные сообщества и симбиозы;
- генетические системы, алгоритмическая структура и функция которых находятся еще только на подходе к их познанию человеком.

Выделяются два основных класса таких алгоритмических систем:

- искусственные или, как еще говорят, "рукотворные" алгоритмические системы в деятельности человека (в их кибернетическом "окрасе"): это алгоритмы технической кибернетики;
- естественные, или, как еще говорят, "нерукотворные" (или "природотворные") алгоритмические системы, возникшие, эволюционирующие и действующие в природе независимо от человека (в интервалах тысяч, миллионов и миллиардов лет):

они подлежат изучению человеком и повержены его влиянию, то есть распространению на них технической кибернетики.

Это перспективная предельно широкая общая область алгоритмизации ключевого значения, причем:

- она находится на опытно-поисковом этапе первичного накопления алгоритмических приложений по многим разным научным фронтам;
- в целом идет ее интенсивная подготовка – накопление множества различных более или менее успешно решаемых проблемных задач и даже отдельных направлений;
- однако пока трудно говорить о наличии такого самостоятельного вида массовой (человеческой) алгоритмизации в целом.

При этом здесь возрастает **роль математики и арифметики**, а также, с другой стороны, **изучение их функционирования** в мозгу человека (в его нейродинамических структурах), в частности, с целью решения разных **медицинских, психологических и педагогических проблем**.

## 4 ОБОБЩЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ТЕРМИНА "ТЕХНИКА"

Далее кратко излагается принимаемая за основу опорная **аргументация** относительно ключевого **понятия техники**. Это необходимо в излагаемой системе анализа технических и всех прочих приложений параллельной (и последовательной) алгоритмики.

### Техника – техника деятельности

В целом принимается предельно обобщенная интерпретация термина "техника", включая следующие исходные ориентиры (**Рис. 4.1**):

- 1) Типовая (словарная) этимология термина (его происхождение):

Термин "техника" происходит от древнегреческого слова τεχνικός с его (смысловыми) значениями:



### **искусство, мастерство, умение.**

Это искусство, мастерство, умение выполнять (производить) некоторый **вид деятельности человека**, например: древнегреческая ремесленная техника – ремесленное мастерство.

2) Приведение понятий "**искусство, мастерство, умение**" к понятию **профессионализма** разных видов деятельности человека – в полном диапазоне степеней профессионализма (по некоторым критериям), начиная от нуля (профессионализм отсутствует) и до высших степеней:

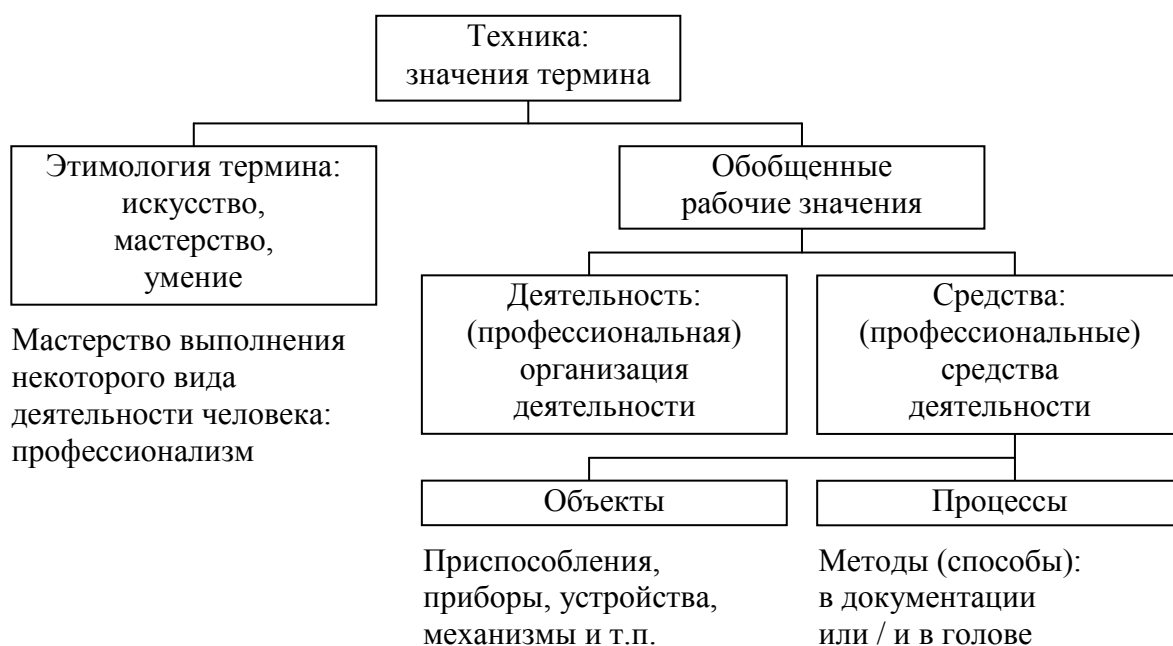
таким образом, к технике относится «всякая деятельность и, **прежде всего**, всякая профессиональная деятельность ...», и она "... нуждается в технических правилах" (Фред Бон), включая алгоритмы деятельности.

3) Привлечение категории техники из **философии техники** – сложное многоаспектное общее понятие [9,10]:

"Среди множества подходов к определению **сущности техники** в философии техники доминирующими являются два:

«техника есть **деятельность**» и «техника есть **средство деятельности**».

Первый подход получил название **антропологического**, второй – **инструменталистского**" [9].



**Рис. 4.1.** Обобщенная интерпретация термина "техника"

### **Рабочие уточнения**

В излагаемой системе анализа используется ориентация на оба подхода (они совместимы). Но принимаются следующие рабочие уточнения:

1) Антропологический аспект (техника как деятельность или, точнее, техника выполнения деятельности) отражает **деятельность человека, человеческую деятельность** (человека в широком смысле слова – от отдельных людей и их разных группировок до человеческого общества): это принимается в отличие от любой **нечеловеческой деятельности** любых **других субъектов целесообразной деятельности** в природе – орга-



низмов, их органов и внутренних систем, их сообществ, симбиозов и т.п.

2) Инструментальный аспект деятельности означает **средства (средства оснащения) деятельности**. Этот термин имеет два смысла – узкий смысл (средства<sub>1</sub>) и широкий смысл (средства<sub>2</sub>).

### Виды средств (оснащения) деятельности

В общем случае (в широком смысле слова) выделяются два вида средств оснащения деятельности (средств<sub>2</sub>):

1) **Объекты**, объектные средства оснащения (средства<sub>21</sub>). В частности, это **средства технического оснащения** в традиционном узком (только объектном) смысле этого термина (средства<sub>1</sub> = средства<sub>21</sub>):

- приспособления, приборы, устройства, механизмы, сооружения и т.д.;
- в частности, вычислительная техника в традиционном узком – приборном (аппаратном) смысле;
- вообще – объекты искусственного происхождения, искусственные образования, искусственные среды (возделанные орошаемые поля, производственные среды, сетевые компьютерные среды в образовании и т.п.).

2) **Процессы**, процессные средства оснащения (средства<sub>22</sub>) – **способы, методы** (от др.-греч. μέθοδος – путь исследования или познания, от μέτᾱ + ὁδός «путь»), **системы приемов, технологии** выполнения определенной деятельности и **алгоритмы** их выполнения. Например:

- техника (алгоритмы и специфика) вычислений определенных типов, техника быстрого письменного и устного (мысленного) счета и т.п.;
- техника (алгоритмы и специфика) плавания определенным стилем;
- техника (алгоритмы и специфика) живописи определенного вида, техника игры на фортепиано и т.п.

### Термины "технология", "информационная технология"

Термин "технология" и, в частности, термин "информационная технология" также имеют узкий и широкий смысл (в обратном соотношении):

- в узком смысле, технология (технология<sub>1</sub>), точнее **технология производства продукции и услуг** (в частности, образовательных услуг) и т.п.: это **технологические процессы, способы, методы** такого производства, представленные некоторыми алгоритмами, обычно, в некоторой **технологической документации** (технологические алгоритмы); в производстве технологиями упрощенно (по смежности понятий) называют также документы – тома описания техпроцессов.

- в широком смысле, технология (технологии<sub>2</sub>): это способы и средства такого производства, включая объектные **средства технологического оснащения** (в традиционном узком смысле слова).

Особо учитывается факт текущей массовой информатизации разных (всех) видов деятельности человека с формированием двух компонент:

- **информационная инфраструктура** этих видов деятельности человека на автоматизированной компьютерной (и микропроцессорной) основе:

машиночитаемые информационные ресурсы, ЭВМ, локальные и глобальные сети ЭВМ, интернет, связь стационарная и мобильная и т.п.;

- **информационные технологии** выполнения этих видов деятельности также на автоматизированной компьютерной (и микропроцессорной) основе и на базе общей информационной инфраструктуры.

## ЛИТЕРАТУРА

Статьи автора [1,2,4,6,7] доступны на сайте:

URL: <http://paralg.ucoz.com/>: Параллельные алгоритмы и логика.

1. Житников А.П. Исторические области и парадоксы параллельной (и последовательной) алгоритмики. // Современные технологии преподавания естественнонаучных дисциплин в системе общего и профессионального образования: Сб. материалов Междунар. науч.-практ. форума. – Борисоглебск: Изд-во БГПИ, 2012. – С. 80-94.
2. Житников А.П. Теория алгоритмов в практике применения и в учебном процессе. // Применение инновационных технологий в преподавании математических дисциплин в школе и в вузе: Сб. науч. тр. – Борисоглебск: Изд-во БГПИ, 2013. – С. 38-56.
3. Апокин И.А., Майстров Л.Е. История вычислительной техники. – М.: Наука, 1990. – 264 с.
4. Житников А. П. Базовые направления развития параллельной (и последовательной) алгоритмики. – В данном сборнике. – 30 с.
5. Ролдугина Н.В. Создаем и программируем робота. // Современные технологии преподавания естественно-научных дисциплин в системе общего и профессионального образования: Сб. материалов Междунар. науч.-практ. форума. – Борисоглебск: ФГБОУ ВПО «БГПИ», 2013. – С. 108-111.
6. Житников А.П. Параллельная алгоритмика в массовой информатике и робототехнике. // Современные технологии преподавания естественнонаучных дисциплин в системе общего и профессионального образования: Сб. материалов Междунар. науч.-практ. форума. – Борисоглебск: Изд-во БГПИ, 2012. – С. 52-65.
7. Житников А.П. Алгоритмический анализ параллельных Scratch-программ. // Современные технологии преподавания естественно-научных дисциплин в системе общего и профессионального образования. Сб. матер. Междунар. науч.-практ. форума. – Борисоглебск: БГПИ, 2012. – С. 66-79.
8. Зверев Г.Н. Теоретическая информатика и ее основания. В 2 т. Т. 1. – М.: Физматлит, 2007. – 592 с.
9. Глозман А.Б. Техника как деятельность и предмет философского анализа. // Философия и общество. Выпуск №1(57)/2010.
10. Горохов, В. Г., Розин, В. М. Введение в философию техники. – М.: Инфра-М, 1998. – 224 с.