

# АНАЛИЗ ЭВРИСТИЧЕСКОГО И НЕЙРОМАТЕМАТИЧЕСКОГО ПОДХОДОВ К РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМОВ И СОЗДАНИЮ СИСТЕМ

стр. 7 – 13

А.В. Старовойтов, Ю.М. Богданов, А.Л. Огарок, С.А. Селиванов

Федеральное государственное автономное научное учреждение

«Центр информационных технологий и систем органов исполнительной власти»:

123557, Москва, ул. Пресненский Вал, 19

**Контактные данные:** Огарок А.Л., e-mail: [ogarok@asknet.ru](mailto:ogarok@asknet.ru)

**Резюме:** Рассматриваются два основных подхода к разработке алгоритмов функционирования и созданию сложных систем: эвристический и нейроматематический. Проведен сравнительный анализ функциональных и технологических свойств данных методических подходов по различным показателям. Рассмотрены особенности реализации методов нейроматематики и эвристического анализа. Показаны преимущества и недостатки, особенности реализации, области применимости эвристического и нейроматематического подходов.

**Ключевые слова:** эвристический алгоритм, нейроматематика, конструирование алгоритмов.

# ANALYSIS OF THE HEURISTIC AND NEUROMATHEMATICAL APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF ALGORITHMS AND THE CREATION OF SYSTEMS

pages 7 – 13

A.V. Starovoitov, Y.M. Bogdanov, A.L. Ogarok, S.A. Selivanov

Federal State Autonomous Research Institution "Centre of Information Technologies and Systems  
for Executive Power Authorities": 19, Presnenski Val, Moscow, 123557, Russia

**Summary:** Two basic approaches to the development of algorithms for functioning and the creation of complex systems: heuristic and neuromathematical are discussed in the article. A comparative analysis of the functional and technological properties of these methodological approaches on various indicators is carried out. Features of the implementation of methods of neuromathematics and heuristic analysis are presented. Advantages and disadvantages, features of implementation, areas of applicability of heuristic and neuromathematical approaches are shown.

**Keywords:** heuristic algorithm, neuromathematics, algorithm design.

В настоящее время существуют два основных подхода к разработке алгоритмов функционирования и созданию сложных систем: эвристический и нейроматематический. Данные подходы базируются на совершенно различных концептуальных положениях,

определяющих методологическую основу направлений создания способов обработки данных. Это обуславливает различие в свойствах, потенциальном уровне достигаемых результатов и области применимости технологий нейроматематики и эвристического анализа.

Под эвристикой понимают совокупность приемов и методов, облегчающих и упрощающих решение познавательных, конструктивных, практических задач [1]. При этом в области кибернетики эвристический подход к конструированию алгоритмов базируется на методах теории алгоритмов, изучающей общие свойства и закономерности алгоритмов и разнообразные формальные модели их представления. Эвристические методы основаны на интеллектуальном поиске стратегий компьютерного решения проблемы с использованием нескольких альтернативных подходов. Оценка эффективности различных эвристических подходов выполняется на основе теоретических и эмпирических методов оценки качества. Областью применения эвристического подхода к конструированию алгоритмов является как системное, так и прикладное программное обеспечение. Это обусловлено базовым свойством эвристического конструирования алгоритмов, заключающемся, как правило, в детерминированном поведении разрабатываемых вычислительных процессов и в гарантированном получении предполагаемых результатов обработки данных. Недетерминированное поведение вычислительных процессов может быть реализовано также на основе использования эвристических методов. Например, эвристические методы применимы для реализации положений теории стохастических систем. Эвристические методы динамического программирования и сетевого планирования применяются как для решения частных задач по реализации функциональных возможностей создаваемых прикладных систем, так и для оптимизации универсального вычислительного процесса платформы [2, 5, 6, 8, 9]. Детерминированные алгоритмы организации эвристического вычислительного процесса обуславливают последовательную парадигму вычислений при линейной организации логики обработки данных. Возможно распараллеливание отдельных этапов вычислительного процесса, однако в целом обработка данных в эвристических вычислительных системах осуществляется в соответствии с алгоритмом, который является определенной последовательностью действий по реализации арифметических и логических операций. Это обуславливает сравнительно низкую устойчивость вычислительного процесса к помехам и разрушениям, наличие эффекта «накопления ошибок» и т.п., если, конечно, данные эвристические алгоритмы не направлены непосредственно на реализацию функций отказоустойчивости и коррекцию ошибок вычислений.

Прагматическая направленность эвристического подхода к конструированию алгоритмов обуславливает более узкую их специализацию к предметной области. Например, можно однозначно классифицировать информационные технологии, методы и алгоритмы эвристической обработки данных для реализации задач семантической обработки неструктурированной текстовой информации [4 – 6, 10, 12 – 18], поддержки принятия решений [11] и

для выполнения функций защиты от компьютерных атак [3, 7].

Таким образом эвристический подход к конструированию алгоритмов функционирования сложных систем обеспечивает потенциальную возможность достижения следующих свойств: гибкость процессов разработки и тестирования программного обеспечения, высокая предсказуемость результатов разработки программного обеспечения разрабатываемой системы, стройный методологический базис разработки алгоритмов, гибкость реконфигурации и управления вычислительными процессами, интерпретируемость логики функционирования разработанной системы, возможность реинжиниринга программного кода и алгоритмов функционирования.

Под нейроматематикой понимают совокупность приемов и методов, обеспечивающих возможность решения прикладных задач на основе автоматического выявления системой наиболее существенных связей между входными и выходными данными системы [1, 6].

Нейроматематический подход базируется на методах теории искусственных нейронных сетей. Областью применения нейроматематического подхода к конструированию алгоритмов является в основном прикладное программное обеспечение. Это обусловлено недетерминированной природой функционирования искусственных нейронных сетей. Действительно, исследование процессов поведения недетерминированной системы в недетерминированном окружении представляет собой весьма сложную и плохо формализуемую задачу. Поэтому в настоящее время разработаны модели искусственных нейронных сетей, реализуемые на машине Тьюринга, а прогресс в области создания нейрокомпьютеров характеризуется существенно меньшей степенью проработки методологии организации вычислительного процесса. Существующие модели искусственных нейронных сетей базируются на применении эвристических подходов к выбору архитектуры сети, функции активации нейрона и т.п. Искусственный нейрон как правило может быть представлен некоторой нелинейной функцией от единственного аргумента, являющегося линейной комбинацией всех входных сигналов. Используемая в машине Тьюринга двоичная арифметика обуславливает распространенность нейронных сетей биполярной природы. Таким образом, теоретическим базисом построения существующих нейронных сетей являются эвристические методы.

Коннекционизм предполагает представление логики функционирования искусственных нейронных сетей в виде системы весовых коэффициентов связей формальных нейронов, в которых проводится обработка данных. Таким образом формально нейрокомпьютеры относятся к вычислительным системам с MSIMD-архитектурой, характеризующейся множественными параллельными потоками одинаковых команд и множественным потоком данных. Указанная архитектура



и принципы организации вычислительных процессов обуславливают потенциальную возможность создания отказоустойчивых быстродействующих вычислительных систем, базирующихся на принципах нейроматематики [2, 6].

Таким образом, нейроматематический подход к конструированию алгоритмов функционирования сложных систем обеспечивает потенциальную возможность достижения следующих свойств: отсутствие необходимости формализации процессов обработки информации, возможность использования типового инструментария нейросети (framework), массовый параллелизм архитектуры вычислительной системы, организация распределенных вычислительных процессов, самоорганизация архитектуры, способность к обучению и самообучению, толерантность к ошибкам данных и вычислений.

В настоящее время разработаны принципы формализации процессов обучения и функционирования нейронных систем, однако существенно меньшую проработку получили направления прагматической интерпретации связей нейронов искусственных нейронных сетей. Действительно, архитектура искусственной нейронной сети, включая структуру слоев нейронов и структуру каждого нейрона, а также сложившаяся структура связей нейронов является алгоритмом ее функционирования. Выбор типа искусственной нейронной сети, функции активации, набора наиболее значимых характеристик обрабатываемых данных, формирование обучающей выборки – все это осуществляется с использованием эвристических методов. Результаты такого выбора существенно влияют на алгоритм функционирования искусственной нейронной сети. Именно поэтому алгоритм функционирования искусственной нейронной сети описывает процесс технологических вычислений, приводящий к получению прагматически интерпретируемого результата. Однако сами этапы данного процесса технологических вычислений весьма сложно однозначно интерпретировать с точки зрения объяснения сути получаемых промежуточных результатов, а также назначения слоев и сложившихся связей нейронов.

Вербализация искусственных нейронных сетей направлена на создание минимизированных описаний алгоритмов функционирования синтезированных и обученных искусственных нейронных сетей в виде совокупности алгебраических и (или) логических функций. Однако сами методы и алгоритмы вербализации не являются универсальными, так как зависят от типа применяемой искусственной нейронной сети, параметров и структуры обрабатываемых данных, их прагматического содержания и т.д. Действительно, для получения в процессе вербализации детерминированного алгоритма функционирования искусственной нейронной сети необходимо применять способы упрощения ее структуры

и связей, а также способы детерминации данных на всех уровнях их обработки.

В отличие от эвристического подхода, нейроматематический подход обеспечивает возможность создания более универсальной платформы, представляющей некоторый вычислительный базис – framework для реализации искусственной нейронной сети. Однако данный уровень абстракции естественно снижает прагматическую направленность не только вычислительной среды, но и способов реализации прикладных задач.

В практической плоскости реализации прикладных задач эвристический и нейроматематический подход принципиально отличаются постановкой задачи разработки.

Для эвристического подхода задача разработки состоит в формализации процессов обработки информации в разрабатываемой системе, проектировании архитектуры системы и вычислительного процесса, конструировании алгоритмов и оптимизации системы.

Для нейроматематического подхода задача разработки состоит в выборе типа и архитектуры нейросети, определении требований к обучающей выборке данных, выборе наиболее значимых типов данных для обучения, формировании обучающей выборки данных, обучении нейросети и проверке результатов обучения.

Кроме того, для применения нейроматематического подхода необходимо иметь в наличии не только соответствующий инструментарий нейросети, но также и огромный объем размеченных данных для обучения. Эти данные должны содержать как входные параметры, так и результаты «правильной» их обработки.

В целом, различия эвристического и нейроматематического подхода к конструированию алгоритмов с прагматической точки зрения могут быть представлены в виде таблиц сравнительного анализа:

- функциональных особенностей эвристического и нейроматематического подхода (см. Таблицу 1);
- технологических особенностей эвристического и нейроматематического подхода (см. Таблицу 2).

Сравнительный анализ особенностей эвристического и нейроматематического подхода к разработке алгоритмов и созданию систем показывает наличие существенных различий, обусловленных принципиально отличающимися парадигмами методологического базиса решения задачи создания программного обеспечения вычислительных систем. Вместе с тем, данные подходы дополняют друг друга и реализуются в процессе комплексного их применения. Действительно, для проектирования нейросетей используются методология создания эвристических алгоритмов, а результаты обучения нейросети могут быть экспортированы в некоторое приближение детерминированного алгоритма функционирования разрабатываемой системы.

Таблица 1

## Функциональные особенности эвристического и нейроматематического подхода

Функциональные показатели	Эвристический подход	Нейроматематический подход
Принцип разработки программного обеспечения (ПО)	Проектирование архитектуры ПО и вычислительных процессов, API, структур данных, взаимосвязей и динамики взаимодействия модулей, управления вычислительными ресурсами	Выбор типа и архитектуры нейросети, определение требований к обучающей выборке данных, выбор наиболее значимых типов данных для обучения
Содержание процесса реализации функциональных задач	Эвристическое конструирование алгоритмов	Обучение нейросети
Возможность логической интерпретации процессов функционирования разработанной системы	Имеется. Алгоритмы функционирования определяют структуру и содержание процессов обработки данных	Сложно интерпретировать сложившуюся в процессе обучения структуру связей нейронов и назначение слоев.
Управление процессами разработки программного обеспечения	Разработчик контролирует процессы создания всех компонентов разрабатываемого ПО	Разработчик контролирует процессы разработки как правило прикладного ПО нейросети.
Возможность достижения заданных характеристик разрабатываемой системы	Потенциально достижимы заданные характеристики.	Характеристики зависят от качества нейросети и данных обучающей выборки.
Наличие методологии выбора архитектуры разрабатываемой системы, организации вычислительных процессов	Имеется методология выбора архитектуры приложений и организации вычислительных процессов	Имеются эвристические рекомендации по выбору типов и параметров нейросетей.
Возможность распараллеливания процесса разработки и тестирования компонентов системы по коллективам разработчиков и разнесения работ во времени	Эвристический алгоритм представляет полную возможность декомпозиции процессов разработки и тестирования компонентов системы как по коллективам, так и по времени	Нейросеть позволяет провести ограниченную декомпозицию процессов разработки и тестирования компонентов системы как по коллективам, так и по времени
Реинжиниринг алгоритмов функционирования разработанной системы	Возможен	Очень сложен. Не всегда возможен.
Возможность модификации алгоритмов и целевых функций	Доработка алгоритмов	Переобучение нейросети
Гарантированность и предсказуемость результатов функционирования разработанной системы	Детерминированность алгоритмов функционирования гарантирует получение предполагаемых результатов	Вероятностный характер результатов обучения и сложность интерпретации алгоритмов ограничивают предсказуемость результатов
Свойства подхода	Гибкость процессов разработки и тестирования программного обеспечения. Высокая предсказуемость результатов разработки программного обеспечения разрабатываемой системы. Строгий методологический базис разработки алгоритмов. Гибкость реконфигурации и управления вычислительными процессами. Интерпретируемость логики функционирования разработанной системы. Возможность реинжиниринга программного кода и алгоритмов функционирования.	Отсутствие необходимости формализации процессов обработки информации. Возможность использования типового инструментария нейросети (framework). Массовый параллелизм архитектуры вычислительной системы. Организация распределенных вычислительных процессов. Самоорганизация архитектуры. Способность к обучению и самообучению. Толерантность к ошибкам данных и вычислений

Таблица 2

## Технологические особенности эвристического и нейроматематического подхода

Функциональные показатели	Эвристический подход	Нейроматематический подход
Платформа разработки ПО	Библиотеки функций, Integrated Development Environment	Библиотеки функций, Integrated Development Environment
Технологическая зависимость разработчика прикладного ПО от вендора платформы	Разработчик имеет возможность реализации алгоритмов на любой платформе	Разработчик ограничен функциональными возможностями платформы нейросети (framework)
Возможность оптимизации вычислительных процессов разрабатываемой системы	Разработчик определяет состав и содержание всех вычислительных процессов разрабатываемой системы	Разработчик определяет архитектуру нейросети и наборы обучающей выборки, ограничен в возможностях модификации нейросети (framework)
Пути оптимизации прикладных алгоритмов функционирования разрабатываемой системы	Оптимизация архитектуры программного обеспечения, распараллеливание вычислений, оптимизация кода, реализация на ассемблере высоконагруженного кода, оптимизация переключений режимов процессора, использование сопроцессоров и графических процессоров.	Выбор типа нейросети, подбор числа слоев и нейронов, использование инструментария оптимизации нейросети и оптимизированных библиотек функций нейроматематики, использование сопроцессоров и графических процессоров.
Гибкость управления использованием вычислительных ресурсов функционирующей системы	Разработчик может динамически управлять использованием вычислительных ресурсов для каждого компонента (вычислительного процесса) разрабатываемой системы.	Разработчик прикладного ПО может управлять использованием вычислительных ресурсов для нейросети в целом.

Из вышеизложенного следует, что для создания высокоэффективных информационных и управляющих систем целесообразно применять как эвристический и нейроматематический подход к конструированию алгоритмов. При комплексном применении данных парадигм обеспечивается потенциальная возможность использования взаимодопол-

няющих характеристик двух подходов: масштабируемости, отказоустойчивости, самообучения нейросетей и предсказуемости, интерпретируемости, гибкости модификации алгоритмов функционирования детерминированных систем.

Конфликт интересов отсутствует.

There is no conflict of interest.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Философия: Энциклопедический словарь. Под ред. А.А. Ивина. – М.: Гардарики, 2004. – 1072 с. – ISBN 5-8297-0050-6.
2. Старовойтов А.В., Симонов В.М., Огарок А.Л. и др. Комплексная технологическая платформа создания информационных систем органов государственной власти Российской Федерации. // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2008, №8. – М.: Радиотехника.
3. Старовойтов А.В., Богданов Ю.М., Селиванов С.А. и др. Информационное противодействие кибертерроризму. // Информатизация и связь, 2015, № 4, с. 5 – 10.
4. Старовойтов А.В., Огарок А.Л. Использование технологий семантического анализа для обеспечения эффективного функционирования ситуационных центров. В сб. «Ситуационные центры 2009. Перспективные информационно-аналитические технологии поддержки принятия решений: материалы научно-практической конференции. РАГС. 14 – 15 апреля 2009 г.» / Под ред. А.Н. Данчула. – М.: Изд. РАГС, 2010, с. 131 – 136.
5. Симонов В.М., Огарок А.Л. Новые подходы к решению основной проблемы программирования. Информационные технологии и методы. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 272 с. – ISBN: 978-3-659-69934-4.
6. Симонов В.М., Огарок А.Л. Конструирование алгоритмов сложной обработки информации. Информационные технологии и методы. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 224 с. – ISBN: 978-620-2-05350-1.
7. Богданов Ю.М., Селиванов С.А., Огарок А.Л. и др. Методические аспекты защиты от компьютерных атак в сетях связи повышенной устойчивости. // Информатизация и связь. 2016, № 2, с. 13 – 17.
8. Огарок А.Л. Методы оптимизации вычислительного процесса в системах семантической обработки информации // Информатизация и связь, 2015, № 4, с. 64 – 69.
9. Огарок А.Л. и др. Почему стохастическая информационная технология устраняет «комбинаторный взрыв» при обработке знаний и позволяет создавать самообучающиеся интеллектуальные поисковые системы. // Информатизация и связь. 2009, № 1, с. 167 – 170.
10. Огарок А.Л. Технология компьютерного семантического поиска и анализа информации // Информатизация и связь, 2014, № 4, с. 86 – 91.



11. Селиванов С.А., Богданов Ю.М., Остапенко Г.П. и др. СППР в контексте технологий больших данных. // Информатизация и связь. 2014, № 4, с. 42 – 49.
12. Огарок А.Л. Теория семантической обработки информации // Информатизация и связь, 2013, №3, с.68 – 70.
13. Огарок А.Л. Технологии компьютерной семантической обработки информации // Информатизация и связь, 2011, №6, с.81 – 86.
14. Огарок А.Л. Технологии семантического поиска и полного лингвистического анализа в информационных библиотечных системах. Сборник докладов 18 международной конференции и выставки LIBCOM-2014. – Суздаль, ГПНТБ, 2014.
15. Огарок А.Л. Технологии семантического поиска и полного лингвистического анализа в информационных системах нового поколения. Сборник докладов научно-технической конференции и выставки инновационных проектов, выполненных ВУЗами и научными организациями ЦФО в рамках участия в реализации ФЦП и внепрограммных мероприятий, заказчиком которых является Минобрнауки России. – М.: ГПНТБ, 2014, с. 62 – 64.
16. Огарок А.Л., Юрчук С.Н. Метод синтактико-семантического информационного поиска // Информатизация и связь, 2013, №3, с.86 – 90.
17. Огарок А.Л. Разработка технологии компьютерного понимания неструктурированной текстовой информации на базе методов полного лингвистического анализа. // Информатизация и связь – 2012. №8. с. 136 – 140.
18. Огарок А.Л. Метод семантического поиска подобных документов. // Информатизация и связь. 2017, № 1, с. 81 – 87.

Поступила 12.10.2017  
УДК 004.02

## REFERENCES

1. Ivina A.A. Philosophy: Encyclopedic Dictionary. Moscow, Gardariki, 2004. 1072 p. ISBN 5-8297-0050-6.
2. Starovoitov A.V., Simonov V.M., Ogarok A.L., Bogdanov Yu.M., Kuptsov V.M., Bastrykin A.M., Subbotin S.N. A complex technological platform for the creation of information systems of government bodies of the Russian Federation. Neurocomputers: development, application. Radiotekhnika [Radio engineering], 2008, no. 8.
3. Starovoitov AV, Bogdanov Yu.M., Selivanov S.A. Information counteraction to cyberterrorism. Informatization and Communication, 2015, no. 4, pp. 5 - 10.
4. Starovoitov AV, Ogarok AL Use of technologies of the semantic analysis for maintenance of effective functioning of the situational centers. In the collection. "Situational Centers 2009. Perspective information and analytical technologies of decision support: materials of the scientific-practical conference. RAGS. April 14 - 15, 2009 ». Moscow, RAGS. 2010, pp. 131-136.
5. Simonov VM, Ogarok A.L. New approaches to solving the basic problem of programming. Information technologies and methods. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2015. - 272 p. - ISBN: 978-3-659-69934-4.
6. Simonov VM, Ogarok A.L. Designing algorithms for complex information processing. Information technologies and methods. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. - 224 p. - ISBN: 978-620-2-05350-1.
7. Bogdanov Yu.M., Selivanov S.A, Ogarok A.L., Lugansky V.E. Methodical aspects of protection against computer attacks in communication networks of increased stability. Informatization and communication. 2016, no. 2, pp. 13 - 17.
8. Ogarok A.L. Methods for optimizing the computational process in systems of semantic information processing/ Informatization and Communication, 2015, no. 4, pp. 64 - 69.
9. Ogarok A.L., Tulin V.V., Nasypny V.V. Why stochastic information technology eliminates the "combinatorial explosion" when processing knowledge and allows you to create self-learning intelligent search engines. Informatization and communication. 2009, no. 1, pp. 167 - 170.
10. Ogarok A.L. Technology of computer semantic search and information analysis. Informatization and Communication, 2014, no. 4, pp. 86 - 91.
11. Selivanov S.A., Bogdanov Yu.M., Ostapenko G.P. DSS in the context of large data technologies. Informatization and communication. 2014, no. 4, pp. 42 - 49.
12. Ogarok A.L. Theory of semantic information processing. Informatization and Communication, 2013, no. 3, pp. 68 - 70.
13. Ogarok A.L. Technologies of computer semantic information processing. Informatization and communication, 2011, no. 6, pp. 81 - 86.
14. Ogarok A.L. Technologies of semantic search and full linguistic analysis in information library systems. Collection of reports of the 18th international conference and exhibition LIBCOM-2014. Suzdal, SPST, 2014.
15. Ogarok A.L. Technologies of semantic search and full linguistic analysis in information systems of new generation. Collection of reports of the scientific and technical conference and exhibition of innovative projects implemented by universities and scientific organizations of the Central Federal District within the framework of participation in the implementation of FTP and extracurricular activities, the customer of which is the Ministry of Education and Science of Russia. Moscow. SPNTB, 2014, pp. 62 - 64.
16. Ogarok A.L., Yurchuk S.N. Method of syntactic-semantic information retrieval. Informatization and Communication, 2013, no. 3, pp. 86 - 90.
17. Ogarok A.L. Development of technology for computer understanding of unstructured textual information on the basis of methods of complete linguistic analysis. Informatization and communication, 2012. No. 8. pp. 136 - 140.
18. Ogarok A.L. The method of semantic search for similar documents. Informatization and communication. 2017, no. 1, pp. 81 - 87.

Received 12.10.2017  
UDC 004.942

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Старовойтов Александр Владимирович** – доктор технических наук, профессор, президент федерального государственного автономного научного учреждения «Центр информационных технологий и систем органов исполнительной власти», заведующий кафедрой Московского физико-технического института: e-mail: gdsecr@inevm.ru
2. **Богданов Юрий Михайлович** – кандидат технических наук, директор по науке и информационным технологиям федерального государственного автономного научного учреждения «Центр информационных технологий и систем органов исполнительной власти»: e-mail: bogdanov@inevm.ru
3. **Огарок Андрей Леонтиевич** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, начальник отдела федерального государственного автономного научного учреждения «Центр информационных технологий и систем органов исполнительной власти»: e-mail: ogarok@asknet.ru
4. **Селиванов Сергей Александрович** – кандидат технических наук, начальник управления федерального государственного научного учреждения «Центр информационных технологий и систем органов исполнительной власти»: e-mail: selivanov@inevm.ru

### AUTHOR'S INFORMATION

1. **Starovoytov A.V.** – Ph.D., professor, President of the Federal State Autonomous Research Institution “Centre of Information Technologies and Systems for Executive Power Authorities”, head of Chair at Moscow Institute of Physics & Technology: e-mail: gdsecr@inevm.ru
2. **Bogdanov Y.M.** – Ph.D. (Engineering), Director of science and information technologies of the Federal State Autonomous Research Institution “Centre of Information Technologies and Systems for Executive Power Authorities”: e-mail: bogdanov@inevm.ru
3. **Ogarok A.L.** – Ph.D. (Engineering), Senior researcher, Head of group of the Federal State Autonomous Research Institution “Centre of Information Technologies and Systems for Executive Power Authorities”: e-mail: ogarok@asknet.ru
4. **Selivanov S. A.** – Ph.D. (Engineering), Head of department of Federal State Research Institution “Centre of Information Technologies and Systems for Executive Power Authorities”: e-mail: selivanov@inevm.ru