

УДК 614.446

DOI: 10.30987/article\_5bd17b4405d199.08910450

Т.В. Карлова, Н.М. Кузнецова, И.А. Михайлов

## МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В МЕГАПОЛИСЕ

Представлена разработанная модель автоматизированной системы мониторинга заболеваемости населения, позволяющей прогнозировать скорость распространения инфекции в крупных городах, что, в свою очередь, даёт возможность свое-

временно реагировать соответствующим экстренным службам спасения.

**Ключевые слова:** автоматизация, эпидемиология, мегаполис, заболеваемость населения, автоматизированная система мониторинга, здравоохранение, принятие решения.

T.V. Karlova, N.M. Kuznetsova, I.A. Mikhailov

## MODEL OF AUTOMATED SYSTEM FOR MONITORING POPULATION MORBIDITY IN MEGALOPOLIS

In the paper there is presented a model of an automated system for monitoring population morbidity in a megalopolis. The application of this system will allow decision-making timely by emergency rescue services. This development is unique as it allows carrying out an assessment of an infection spreading rate in a megalopolis and taking appropriate measures preventing pandemics.

The client-server architecture of the developed automated system and levels of data processing are presented, options for realization of system modules on software-hardware basis are offered, the peculiarities of a server part hardware realization are considered. As corresponding options there are offered technologies of

main-frames, supercomputers and GRID, advantages and drawbacks of techniques are analyzed.

Within the limits of the investigation carried out there is also presented a structure of the database of the automated system for monitoring population morbidity.

The paper reports the consideration of automated system additional potentialities.

The presented automated system is also meant for confidential data processing in this connection in the paper there are considered requirements to information safety.

**Key words:** automation, epidemiology, megalopolis, population morbidity, automated system for monitoring, public health service, decision-making.

### Введение

С целью проведения своевременного анализа эпидемиологической ситуации разработана модель автоматизированной системы мониторинга заболеваемости населения (АСМЗН).

Для успешного функционирования АСМЗН необходимы следующие *входные данные*:

- карта мегаполиса (с детализацией до уровня домов и соответствующего количества жителей);
- статистика обращений населения за медицинской помощью.

*Выходными данными* будет являться мультимедийная схема распространения эпидемий. Данная схема должна иллюстрировать наиболее опасный прогноз заболеваемости населения. Как показывает практика, рациональнее всего предприни-

мать упреждающие меры и оперативные действия, связанные с переоценкой возможной опасности.

Архитектура АСМЗН представлена на рис. 1.

Как показано на рис. 1, АСМЗН функционирует одновременно на трёх уровнях:

- уровень вычислений (уровень сервера);
- уровень данных (уровень сервера);
- уровень клиента (результаты первичного приёма в поликлиниках, вошедших в АСМЗН).

### *Уровень вычислений (уровень сервера)*

К уровню вычислений относятся алгоритмы предварительной обработки данных, анализа соответствия и визуализации.

Все перечисленные процессы составляют ядро проектируемой автоматизированной системы. Вычисления должны производиться на серверной стороне.

#### **Уровень данных (уровень сервера)**

К уровню данных относятся актуальная подробная карта мегаполиса, база данных обращений населения за медицинской помощью, база данных заболеваний.

Карта мегаполиса используется при функционировании алгоритма предварительной обработки данных.

База данных обращений населения за медицинской помощью и база данных заболеваний используются в алгоритме анализа соответствия, при котором обрабаты-

вается статистическая информация об эпидемиологической ситуации.

Уровень данных также относится к серверной части АСМЗН.

#### **Уровень клиента**

К уровню клиента относятся автоматизированные рабочие места сотрудников, в обязанности которых входит:

– оперативное предоставление информации об обращениях за медицинской помощью;

– занесение подробных симптомов по специальному алгоритму для дальнейшей автоматизированной диагностики.

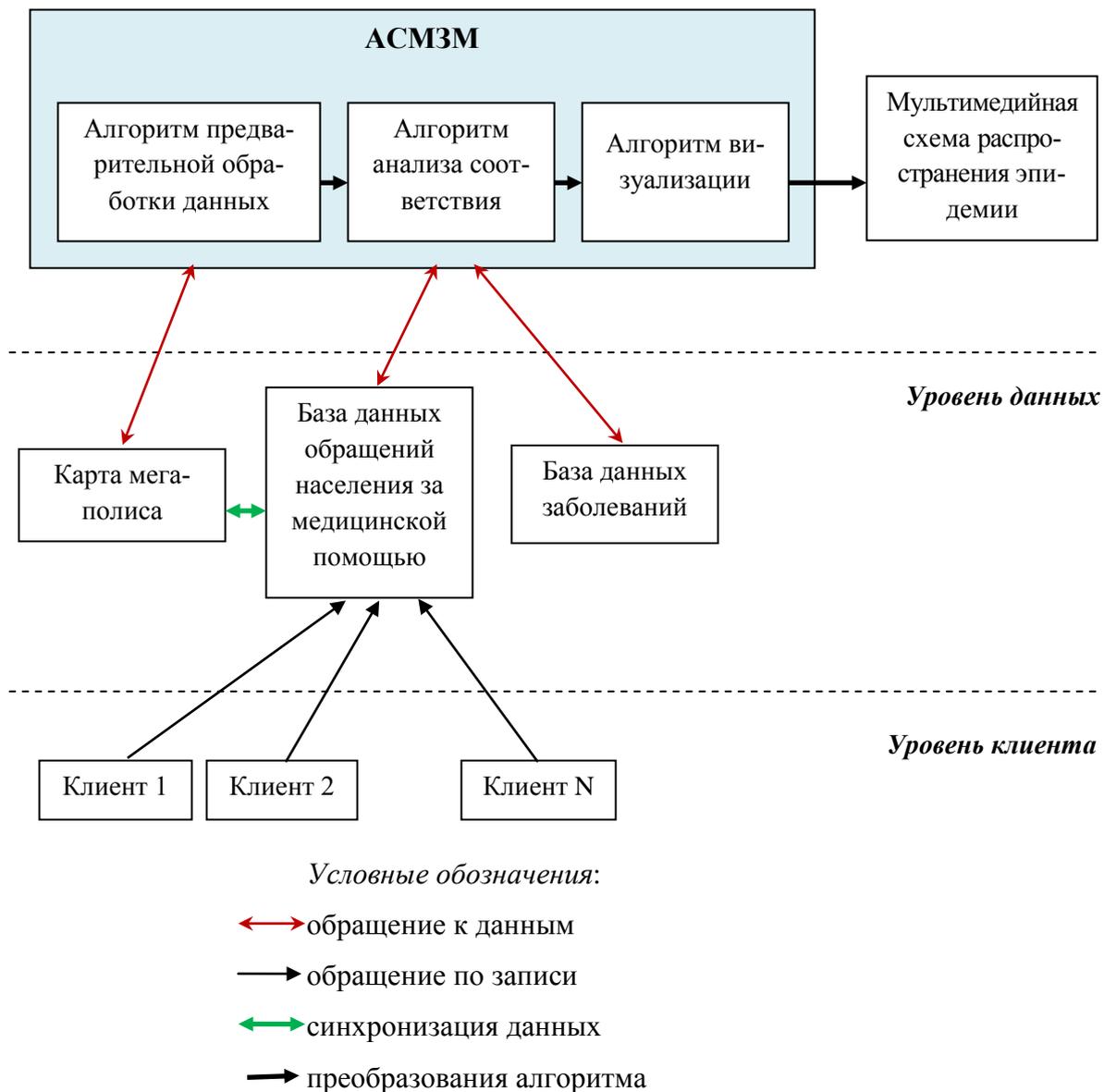


Рис. 1. Архитектура АСМЗН

### Требования к серверной части АСМЗН

Для корректного функционирования серверной части АСМЗН необходимы:

- высокий уровень производительности;
- высокий уровень надёжности;
- высокий уровень безопасности;
- высокая пропускная способность (вследствие постоянного обновления входных данных нагрузка на устройства ввода-вывода возрастает экспоненциально);
- режим работы - жёсткого реального времени;
- предоставление интуитивно понятного пользовательского интерфейса.

В связи с изложенными требованиями для серверной части АСМЗН рациональнее всего применять технологию мейнфреймов.

### Особенности работы мейнфреймов

*Мейнфрейм* - большой универсальный высокопроизводительный отказоустойчивый сервер со значительными ресурсами ввода-вывода, большим объемом оперативной и внешней памяти, предназначенный для использования в критически важных системах с интенсивной пакетной и оперативной транзакционной обработкой [1].

Для реализации серверной части отдано предпочтение именно технологии мейнфреймов, а не суперкомпьютеров по нескольким основным причинам:

- уровни производительности, быстродействия и пропускной способности у мейнфреймов выше, чем у суперкомпьютеров;
- архитектура АСМЗН предполагает наличие интенсивной пакетной и транзакционной обработки данных (запросы к постоянно обновляющейся базе данных обращений населения за медицинской помощью);
- использование в обработке данных целочисленных операций, а не операций с

плавающей запятой (на которых основаны суперкомпьютеры).

Существенным недостатком любого мейнфрейма является отсутствие интуитивно понятного интерфейса. Однако данная проблема легко решается на основе модуля визуализации проектируемой АСМЗН.

### Аппаратная реализация серверной части

Оптимальным вариантом реализации серверной части АСМЗН является применение технологии мейнфреймов. Также могут быть применены технологии суперкомпьютеров и GRID [2].

На рис. 2 и в табл. 1 представлена сравнительная характеристика технологий.

Основной особенностью технологии мейнфреймов в рамках реализации серверной части АСМЗН является обработка информации только на одном мощном физическом устройстве (мейнфрейме).

Технология суперкомпьютеров в АСМЗН предполагает использование кластера - множества логически объединенных физических устройств.

Применение GRID подразумевает распределенную обработку информации на разнородных физических устройствах глобальной вычислительной сети. Доступность данных предполагает физическое нахождение данных промежуточной обработки в локальной памяти (оперативной, дисковой, кэш и т.д.) соответствующего устройства.

### Структура баз данных АСМЗН

Таблицы баз данных представлены ниже (табл. 2-8).

### Дополнительные возможности АСМЗН

К дополнительным возможностям работы АСМЗН можно отнести:

- выявление факторов заболеваемости неинфекционными агентами;
- предоставление информации для дальнейшего выделения дополнительных ресурсов;

– предоставление информации об опасных районах мегаполиса.

**Выявление факторов, провоцирующих заболеваемость неинфекционными агентами.** К данным факторам относятся: ТЭЦ; АЭС; ГРЭС; ЛЭП; климат; уровень образования; качество жизни; уровень безработицы и т.д.

**Расчёт и оптимизация дополнительных ресурсов для оказания медицинской помощи в соответствующих районах мегаполиса (реорганизация имеющихся).** К ресурсам относятся:

– материальные (строительство новых поликлиник, больниц и травмпунктов,

расширение парка карет скорой медицинской помощи и т.д.);

– трудовые (расширение штата врачей, в том числе инфекционистов).

**Предоставление информации об опасных районах мегаполиса.** На основе анализа входящих данных можно сделать вывод о запрете или организации строительства новых жилых домов и объектов социальной инфраструктуры в соответствующих районах мегаполиса.

Таблица 1

Сравнительная характеристика технологий реализации серверной части АСМЗН

Характеристики	Технологии аппаратной реализации серверной части АСМЗН		
	Мейнфреймы	Суперкомпьютеры	GRID
Пропускная способность (производительность) - количество операций в единицу времени	10	10	8
Надёжность (отказоустойчивость) - свойство сохранять работоспособность	10	10	9
Скорость работы - скорость принятия решения, скорость получения выходных данных	10	10	8
Безопасность (в том числе информационная)	10	9	3
Гибкость - способность менять структуру	5	7	10
Масштабируемость - способность изменять (чаще расширять) количество выполняемых функций	6	8	10

Доступность данных - своевременное предоставление информации	10	9	1
Пользовательский интерфейс (удобство использования)	7	8	8

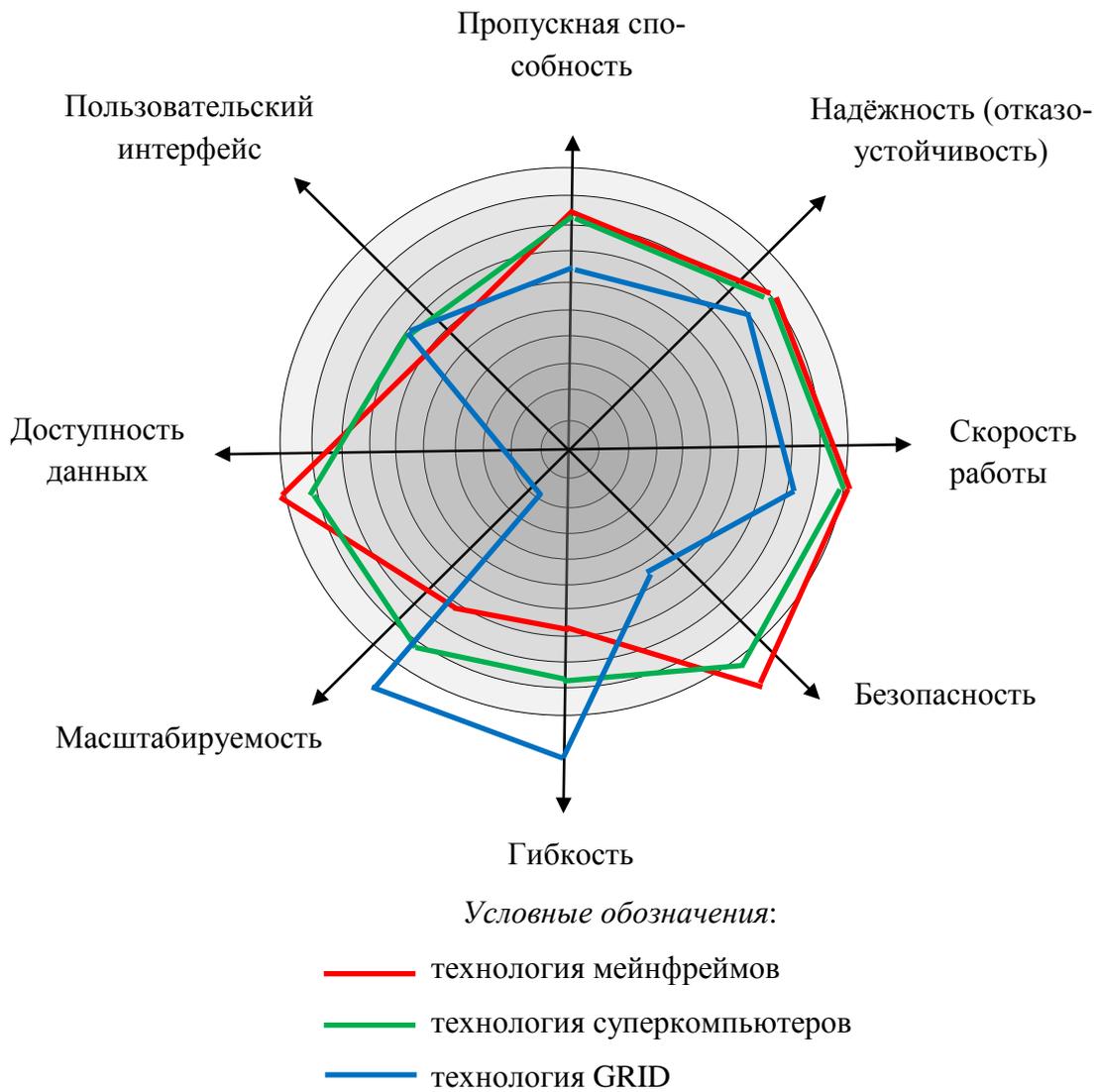


Рис. 2. Сравнительная характеристика технологий реализации серверной части АСМЗН

Таблица 2

Таблица карты мегаполиса (базы данных обращений населения за медицинской помощью)

Имя поля	Тип данных
🔑 Идентификационный номер адреса	Счётчик
Адрес	Текстовое

Таблица 3

Главная таблица базы данных обращений населения за медицинской помощью

Имя поля	Тип данных
Идентификационный номер обращения	Счётчик
Дата	Дата и время
Предварительный диагноз (точный диагноз)	Текстовое
Адрес	Текстовое
Симптомы	Текстовое

Таблица 4

Главная таблица базы данных заболеваний

Имя поля	Тип данных
Идентификационный номер заболевания	Счётчик
Название	Текстовое
Скорость распространения	Текстовое
Инкубационный период	Текстовое
Очаг	Текстовое
Возбудитель	Текстовое

Таблица 5

Таблица базы данных заболеваний «Возбудитель»

Имя поля	Тип данных
Идентификационный номер возбудителя	Счётчик
Название	Текстовое
Форма	Текстовое
Мера опасности	Текстовое
Уровень смертности	Текстовое
Механизм(ы) передачи	Текстовое
Источник(и)	Текстовое
Переносчик(и)	Текстовое

Таблица 6

Таблица базы данных заболеваний «Механизмы передачи»

Имя поля	Тип данных
Идентификационный номер механизма	Счётчик
Название	Текстовое

Таблица 7

Таблица базы данных заболеваний «Источники передачи»

Имя поля	Тип данных
Идентификационный номер передачи	Счётчик
Название	Текстовое

Таблица 8

Таблица базы данных заболеваний «Переносчики»

Имя поля	Тип данных
Идентификационный номер переносчика	Счётчик
Название	Текстовое

На рис. 3 представлена структура хранения данных.

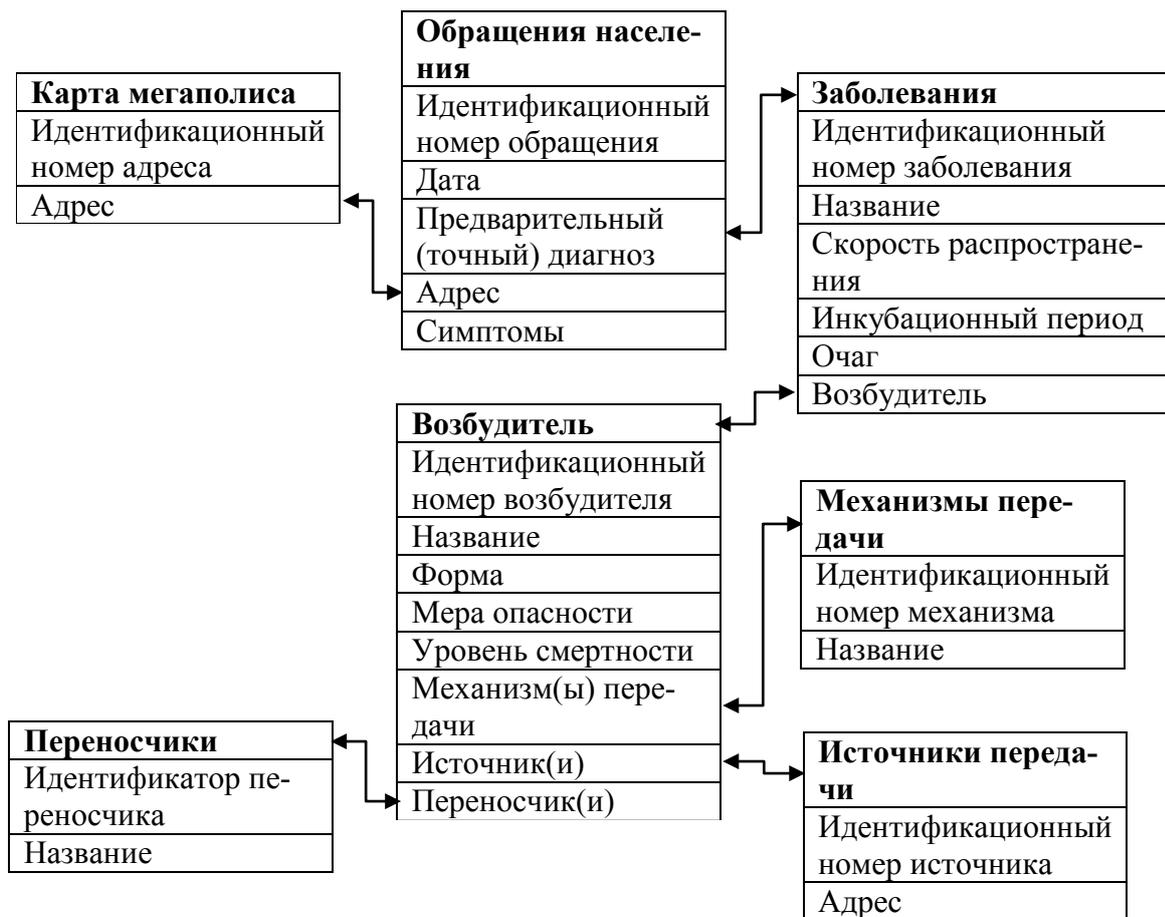


Рис. 3. Схема взаимодействия таблиц баз данных

### Требования к информационной безопасности

АСМЗН относится к объектам критической информационной инфраструктуры [3-5]. В связи с этим необходимо предоставление высокого уровня информационной безопасности. Главной задачей в данном случае является обеспечение:

- достоверности;

### Заключение

Представленная в статье автоматизированная система позволит экстренным службам мегаполиса своевременно остановить распространение инфекций, выявить опасные (экологически неблагоприятные) районы, а также распределить соответствующие ресурсы для предотвращения угрозы пандемий.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мейнфрейм. - URL: [www.wikipedia.org/wiki/Мейнфрейм](http://www.wikipedia.org/wiki/Мейнфрейм).
2. Sotomayor, B. Globus Toolkit 4: Programming Java Services / Borja Sotomayor, Lisa Childers. -

- конфиденциальности;
- доступности [6; 7].

АСМЗН относится к автоматизированным системам жесткого реального времени, поэтому важным критерием системы защиты информации является минимизация влияния на эффективность функционирования самой АСМЗН [8-10].

Человеку свойственно переоценивать возможность возникновения маловероятных событий. АСМЗН, в свою очередь, позволяет проводить точную оценку скорости распространения заболеваемости в мегаполисе и расчёты сложных нелинейных процессов.

Morgan Kaufmann publishers by Elsevier Inc., 2006.

3. Федеральный закон «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» от 26.07.2017 № 187-ФЗ.
4. Карлова, Т.В. Оптимизация доступа к информационным ресурсам в промышленности / Т.В. Карлова, Н.М. Кузнецова, А.Ю. Бекмешов // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2015. - № 3 (47). - С. 135-138.
5. Карлова, Т.В. Основные принципы защиты автоматизированных систем крупных промышленных предприятий от комплексных кибератак / Т.В. Карлова, Н.М. Кузнецова // Вестник Брянского государственного технического университета. - 2017. - № 4 (57). - С. 84-89.
6. Хорев, П.Б. Методы и средства защиты информации в компьютерных системах: учеб. пособие / П.Б. Хорев. - 4-е изд., стер. - М.: Академия, 2008. - 256 с.

1. *Mainframe*. - URL: [www.wikipedia.org/wiki/Mainframe](http://www.wikipedia.org/wiki/Mainframe).
2. Sotomayor, B. *Globus Toolkit 4: Programming Java Services* / Borja Sotomayor, Lisa Childers. - Morgan Kaufmann publishers by Elsevier Inc., 2006.
3. *The Federal Law "On Safety of Critical Information Structure of the Russian Federation"* of 26.07.2017. No. 187-FL
4. Karlova, T.V. Optimization of access to information resources in industry / T.V. Karlova, N.M. Kuznetsova, A.Yu. Beklemishev // *Bulletin of Bryansk State Technical University*. - 2015. - No.3 (47). - pp. 135-138.
5. Karlova, T.V. Basic protection principles of large enterprises automated systems against complex cyber-attacks / T.V. N.M. Kuznetsova // *Bulletin of Bryansk State Technical University*. - 2017. - No.4 (57). - pp. 84-89.
6. Khorev, P.B. *Methods and Means of Information Protection in Computer Systems*: manual / P.B.

7. Немнюгин, С.А. Программирование для многопроцессорных вычислительных систем / С.А. Немнюгин. - СПб.: БХВ-Петербург, 2013. - 400 с.
8. Горбатов, В.С. Аттестационные испытания автоматизированных систем от несанкционированного доступа по требованиям безопасности информации: учеб. пособие / В.С. Горбатов, С.В. Дворянкин, А.П. Дураковский, Р.С. Енгальчев, Т.А. Кондратьева, В.С. Лаврентьев, В.А. Петров, В.Р. Петров; под общ. ред. Ю.Н. Лаврухина. - М.: НИЯУ МИФИ, 2014. - 560 с.
9. Будников, С.А. Информационная безопасность автоматизированных систем: учеб. пособие / С.А. Будников, Н.В. Паршин. - 2-е изд., доп. - Воронеж: Изд-во им. Е.А. Болховитинова, 2011.
10. ГОСТ Р ИСО МЭК 15408. Общие критерии оценки безопасности ИТ (Common Criteria for Technology Security Evaluation).

Khorev. - 4<sup>th</sup> edition stereotyped - M.: Academy, 2008. - pp. 256.

7. Nemnyugin, S.A. *Programming for Multi-processor Computer Systems* / S.A. Nemnyugin. - S-Pb.: BHV-Petersburg, 2013. - pp. 400.
8. GorbatoV, V.S. *Automated System Evaluation Test against Unauthorized Access on Safety Requirements*: manual / V.S. GorbatoV, S.V. Dvoryankin, A.P. Durakovskiy, R.S. Yengalychyev, T.A. Kondratieva, V.S. Lavrentiev, V.A. Petrov, V.P. Petrov; under the general editorship of Yu.N. Lavrukhin. - M.: NIYaU MEPI, 2014. - pp. 560.
9. Budnikov, S.A. *Information Safety of Automated Systems*: manual / S.A. Budnikov, N.V. Parshin. - 2d edition supplemented. - Voronezh: Bolkhovitinov Publishing House, 2011.
10. RSS ISO IEC 15408. *General Criteria for Assessment of IT Safety* (Common Criteria for Technology Security Evaluation).

Статья поступила в редакцию 30.07.18.

Рецензент: д.т.н., профессор МГТУ «Станкин»

Уварова Л.А.

Статья принята к публикации 14.08.18.

#### Сведения об авторах:

**Карлова Татьяна Владимировна**, д.социол.н., к.т.н., профессор, вед. науч. сотрудник Института конструкторско-технологической информатики РАН, e-mail: [karlova-t@yandex.ru](mailto:karlova-t@yandex.ru).

**Кузнецова Наталия Михайловна**, к.т.н., ст. преподаватель Московского государственного техно-

**Karlova Tatiana Vladimirovna**, Dr. Sc. Sociol., Can. Sc. Tech., Prof., Leading Researcher, Institute of Design-Technological Informatics of RAS, e-mail: [karlova-t@yandex.ru](mailto:karlova-t@yandex.ru).

**Kuznetsova Natalia Mikhailovna**, Can. Sc. Tech., Senior Lecturer, Moscow State Technological University "STANKIN", e-mail: [knm87@mail.ru](mailto:knm87@mail.ru).

логического университета «СТАНКИН», e-mail: [knm87@mail.ru](mailto:knm87@mail.ru).

**Михайлов Иван Александрович**, мл. науч. сотрудник отделения научных основ оценки качества медицинской помощи ЦНИИОИЗ Минздрава России, e-mail: [imikhaylovv@gmail.com](mailto:imikhaylovv@gmail.com).

**Mikhailov Ivan Alexandrovich**, Junior Researcher of the Office for Scientific Fundamentals of Assessment of Medical Assistance Quality of CRIH of the Ministry of Health of Russia, e-mail: [imikhaylovv@gmail.com](mailto:imikhaylovv@gmail.com).