

УДК 631

UDC 631

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ К  
ОПТИМИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ  
ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ  
СИСТЕМ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНЫХ  
МОДЕЛЕЙ**

**DEVELOPING APPROACHES TO  
OPTIMIZATION OF COMPLEX  
TECHNICAL-ORGANIZATIONAL SYSTEMS  
BASED ON ADAPTIVE MODELS**

Чебанов Александр Сергеевич  
аспирант

Chebanov Alexander Sergeevich  
postgraduate student

Власенко Александра Владимировна  
к.т.н., доцент

Vlasenko Alexandra  
Cand.Tech.Sci., associate professor

Тарасов Елизар Саввич  
к.т.н., доцент  
*Кубанский государственный технологический  
университет, Краснодар, Россия*

Tarasov Elizar Savvich  
Cand.Tech.Sci., associate professor  
*Kuban State Technological University, Krasnodar,  
Russia*

В статье рассматривается актуальность разработки методического аппарата анализа и оценки эффективности функционирования сложных организационно-технических систем, а также методик динамического формирования набора оптимальных моделей управления

The article discusses the relevance of the development of the methodological apparatus of analysis and evaluation of the functioning of complex organizational and technical systems, as well as methods of forming a set of dynamic optimal control models

Ключевые слова: АДАПТИВНАЯ МОДЕЛЬ, МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ, СППР, КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ, ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОТОК

Keywords: ADAPTIVE MODEL, ACCESS CONTROL MODEL, DSS, CLUSTER ANALYSIS, INFORMATION FLOW

## **Введение**

Задача управления сложной системой в современных условиях требует комплексного применения организационных и технических мер, а также разработки соответствующего алгоритмического и программного обеспечения. В настоящее время на рынке представлен ряд решений и продуктов (ERP, CRM-системы), позволяющих в той или иной степени реализовать базовый функционал для задач оптимизации и управления.

Особенности современных ИТ-инфраструктур сложных систем и их взаимосвязь практических со всеми областями деятельности обуславливают необходимость максимального учета специфики системы, ее задач и функций, а также имеющихся ограничений. В этом случае

зачастую недостаточно реализации (внедрения) стандартных платформ мониторинга и управления системой.

Суть управленческой деятельности и задач оптимизации, их и характеристики и области применения достаточно подробно изучены отечественными и зарубежными исследователями. Однако до сих пор для целого ряда предприятий актуальной является задача разработки такого комплекса моделей, алгоритмов и систем принятия решений, которые максимально учитывают потребности конкретной системы, область ее деятельности и модель бизнес-процессов. Имеющиеся на рынке средства или очень дороги (платформа SAP), или требуют значительных усилий для интеграции и тонкой настройки.

Основные недостатки традиционных подходов к разработке и реализации таких систем управления определяются жесткостью и статичностью построения их архитектуры, что делает их использование неадекватным динамике окружающей среды и внутренних процессов системы.

Исходя из этого, предлагается построение платформы управления на основе СППР с базой данных и знаний моделей, которые предназначены для обработки данных о текущем состоянии системы и динамического принятия решений по различным аспектам ее функционирования. При этом предполагается использование как традиционных моделей оптимизации и управления, так и специальных моделей, разработанных для решения узкоспециализированных задач, например, обеспечения информационной безопасности сложных систем.

Этот набор моделей адаптирован для возможности решения специфических задач управления: управление рисками, мониторинг ресурсов, информационных потоков, управление деятельностью системы по набору показателей. Эффективность данных моделей заключается в их изначальной ориентированности на задачи аудита, оценки и анализа рисков и выбора мер противодействия обнаруживаемым угрозам, что в ряде случаев обеспечивает чрезвычайно высокую оперативность, обоснованность и надежность решаемых задач и формируемых управленческих решений.

Таким образом, формируется набор моделей и алгоритмов: "базовых" и адаптированных "специальных", применяющийся при решении задач управления в тех областях, где их использование будет наиболее адекватным и эффективным.

За счет этого повышается уровень автоматизации процессов обработки информации о деятельности системы, принимаемых решений и результатов оценки эффективности. Кроме того, такая платформа является расширяемой (масштабируемой), что позволяет добавлять в базы данных необходимые (вновь формируемые) модели и алгоритмы, например, прогнозирования, управления кадровыми ресурсами или оценки надежности используемых средств автоматизации.

### **Постановка задачи:**

Таким образом, нашей целью является разработка методического аппарата анализа и оценки эффективности функционирования сложных организационно-технических систем, а также методик динамического формирования набора оптимальных моделей управления.

В результате использования разрабатываемых методик СППР должна выбирать из сформированной базы знаний наиболее подходящую модель управляющего воздействия для решений конкретной задачи. База знаний в свою очередь является динамически наполняемой и позволяет подключать новые модели (например, адаптированные модели оценки и управления рисками при решении задач планирования и прогнозирования).

В рамках разработки методики необходимо решить следующие задачи:

1. Разработка подходов, адаптация специальных методик, моделей и алгоритмов оценки эффективности системы и управления по набору ключевых показателей;
2. Разработка методик адаптации моделей для наполнения баз данных и знаний;
3. Разработка методики управления функционированием подсистемы на основе теории принятия решений и моделирования;
4. Оценка эффективности разработанных методик, моделей и алгоритмов, их реализация в составе системы.

В качестве иллюстрации использования специализированных моделей аналитики рассмотрим сценарий управления доступом к распределенной информационной системе, основанный на объекте управления и бинарных функциях (рис. 1).

Видно, что каждый последующий уровень доступа будет ниже уровня доступа предшествующих субъектов и объектов:

$$S_1 > S_2 > S_3 > \dots > S_{i-1} > S_i; \quad (1)$$

$$O_1 > O_2 > O_3 > \dots > O_{i-1} > O_i; \quad (2)$$

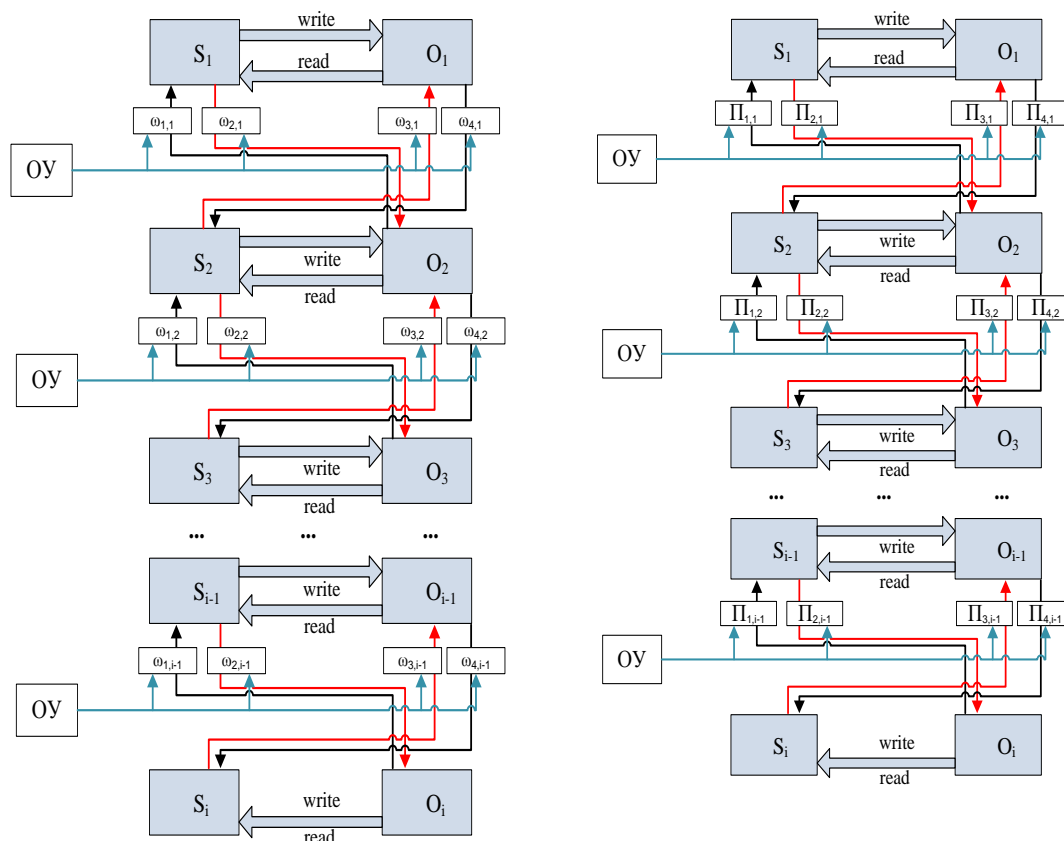


Рисунок 1 – Модель управления доступом объекта на основе  $i$ -мерных бинарных функций (слева) и с учетом экспертных правил (справа).

По правилам существующей политики, присвоение места в иерархии привилегированных пользователей происходит по уровням конфиденциальности и по соответствию должности субъекта. Однако при возникновении ситуации, когда два пользователя с равными правами имеют разный взгляд на решение внештатной ситуации – возникает конфликт. Тогда выбор более привилегированного пользователя определяет функция конфликта (3):

$$conf(i, j) = \begin{cases} i, I_i < I_j; \\ i, I_i = I_j, D_i < D_j; \\ K, I_i = I_j, D_i = D_j; \end{cases} \quad (3)$$

Где  $K = arb(i, j)$  – экспертная функция при  $I_k \leq I_i - 1$ ;

Результат, полученный путем решения бинарных функций, переходит на следующий этап функционирования модели управления доступом.

Видно, что применение набора формальных правил в рамках политики управления объектом или отдельными процессами, не всегда адекватно отражает специфику его функционирования с учетом динамики и сложности рассматриваемой системы. В реальных распределённых информационных системах с ростом количества пользователей, подсистем и разнообразия решаемых задач такой формальный, "жесткий" подход становится неэффективным как в плане быстродействия, так и роста количества ошибок первого и второго рода.

В таких ситуациях необходимо использование набора алгоритмических и математических моделей интеллектуальной, адаптивной обработки данных для повышения точности и надежности как процедур распознавания (моделирования) возникающей ситуации, так и выбора наиболее адекватных мер по управляющему воздействию. При этом возможность использования настраиваемой, "обучаемой" базы знаний моделей и правил создает предпосылки для повышения точности принимаемых решений в текущих и будущих ситуациях. Следовательно, необходимо обеспечить повышение уровня «интеллектуализации» процессов обработки информации в результате применения накопленного потенциала математических моделей и методов подготовки и принятия решений.

Для формального описания системы как объекта управления (рис.3) используем кортеж:

$$S = \{I_t, I_m, I_c, I_x\}; Z; K; W; R; U \rangle, \quad (4)$$

где  $I_t$  - совокупность имеющейся информации об объекте (данные мониторинга),

–  $I_m$  - информация об управляющих воздействиях (политики, корпоративные нормативные акты и т.д.)

- $I_c$  - сведения об инфраструктуре, подсистемах, информационных потоках объекта,
- $I_x$  - сведения об окружающей среде (формализация влияния внешних систем и воздействий),
- $Z$  - модель целей управления объектом (стратегических, тактических),
- $K$  - описание имеющихся ресурсов объекта,
- $W$  - совокупность внешних воздействий,
- $R$  - модель структуры объекта (связи между элементами) ,
- $U$  - модель управляющих воздействий.

Указанные выше особенности архитектуры и режимов функционирования современных систем (гетерогенность, распределенность и т.д.) обуславливают необходимость использования математических моделей, позволяющих учесть имеющиеся неопределенности и неточности относительно предполагаемых проблем.

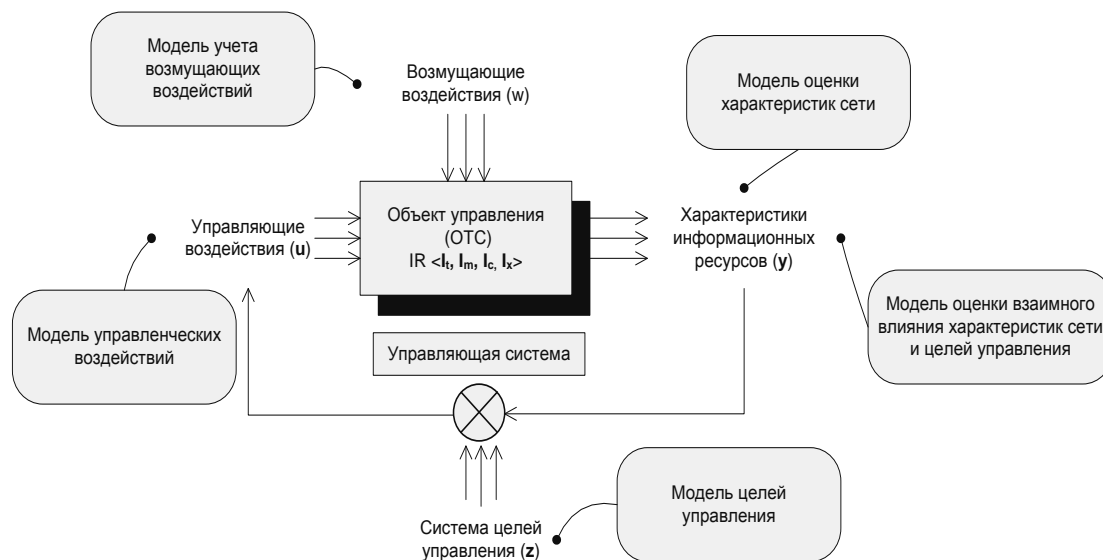


Рис.3 – Общая схема системы обнаружения и выявления отклонений в функционировании объекта

При разработке математического и алгоритмического обеспечений такой системы управления следует обращать внимание на следующие

архитектурные особенности программно-аппаратной реализации решения в условиях разнородной и территориально распределенной системы:

- множество источников и большой объем данных по мониторингу;
- используются программируемые математические модели для оценки текущей ситуации, прогнозирования ее развития с учетом сделанных предположений, анализа;
- информация по мониторингу часто представляется в агрегированном виде, но необходимо иметь возможность детализации до требуемого уровня - т.е. знать о том, из каких источников и на основе каких преобразований она получена;
- большой объем подготовительной работы с анализом всех доступных данных и моделированием ситуаций;

Для выбора управляющего воздействия целесообразно использование формируемой и подключаемой базы знаний прецедентов, для оценки допустимости воздействия используется его экстраполяция на последующие фазы в соответствии с математической моделью объекта и проверкой соответствия системе ограничений. Эта процедура позволяет снизить количество неэффективных решений, выявляемых на заключительных этапах.

Целесообразным представляется использование следующих методик:

1. Статистический анализ: Для каждого параметра функционирования системы строится интервал допустимых значений, с использованием некоторого известного закона распределения. Система оценивает отклонения. Если отклонения превышают некоторые заданные значения, то фиксируется факт проблемы.

2. Кластерный анализ, сети Петри: Разбиение массива наблюдаемых векторов-свойств системы на кластеры. В каждом конкретном методе кластерного анализа используется своя метрика, которая позволяет



оценивать принадлежность наблюдаемого вектора свойств системы одному из кластеров или выход за границы известных кластеров.

3. Нейронные сети: Обучаются в течение некоторого периода времени, когда всё наблюдаемое поведение считается нормальным. После обучения нейронная сеть запускается в режиме распознавания. Когда во входном потоке не удастся распознать нормальное поведение, фиксируется факт отклонения.

4. Экспертные системы: Информация о нормальном поведении представляется в подобных системах в виде правил, а наблюдаемое поведение в виде фактов. На основании фактов и правил принимается решение о соответствии наблюдаемого поведения системы нормальному, либо о наличии отклонений.

В общем случае, независимо от конкретной специфики, ситуация в системе, требующая управления  $S(t)$  может быть описана кортежем вида:

$$\langle X(t), F(t), U(t), C(t) \rangle, \quad (5)$$

В этом формальном описании необходимо отразить как характер развития текущей ситуации, так и планируемых (принимаемых) управленческих решений:

Здесь  $X(t)$  – вектор переменных состояния объекта;

$F(t)$  – вектор внешних возмущений (среда), дестабилизирующих факторов;

$U(t)$  – вектор управляющих воздействий, направленных на решение текущей ситуации;

$C(t)$  – планируемая совокупность управленческих воздействий, данные прогнозирования и моделирования.

Структура такой системы управления в условиях представлена на рис. 4.

В общем случае задача управления здесь сводится к определению таких значений  $U(t)$ , при которых переменные состояния объекта

принимают только допустимые значения  $X(t) \in \Omega_0(t)$ , где  $\Omega_0$  – область допустимых значений состояний объекта в текущих условиях.

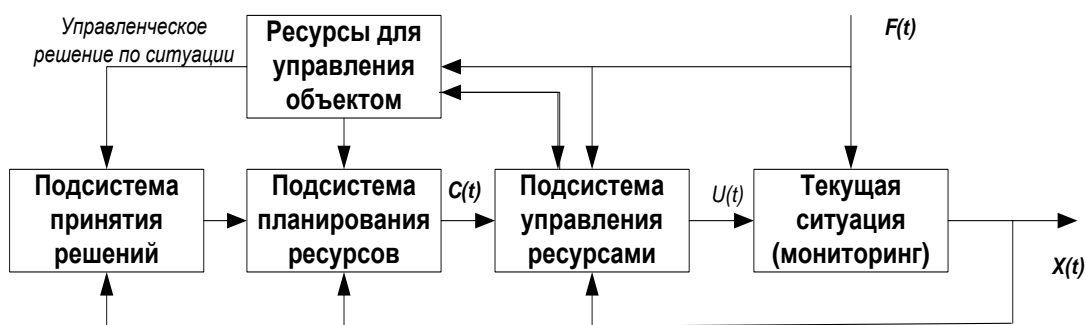


Рис. 4 - Общая структура системы управления

Разрабатываемые модули возможно интегрировать в программный комплекс администрирования и управления системой (например, центр управления сетью) для автоматизации значительной части рутинных процедур сбора, обработки и анализа поступающих данных.

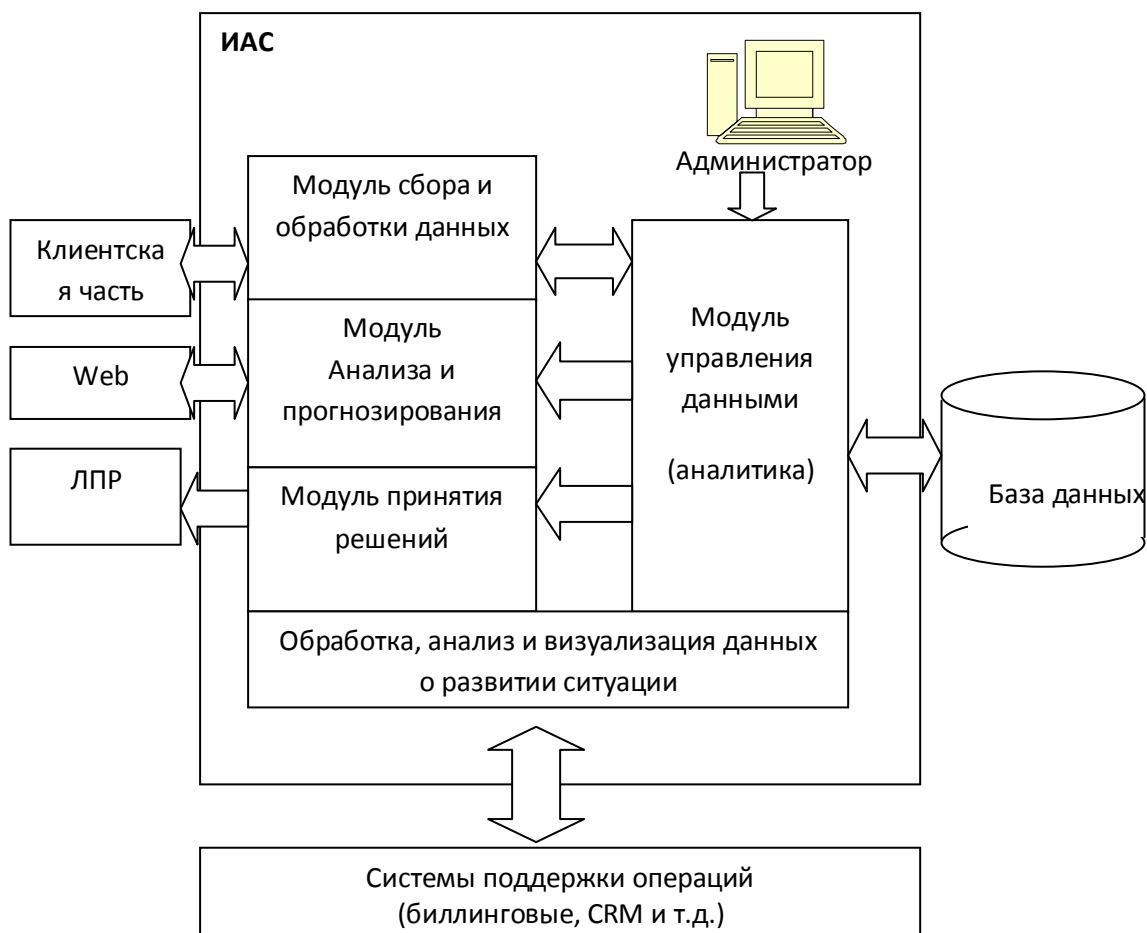


Рисунок 5 – Общая архитектура ИАС

Разрабатываемые методики, модели и СППР могут быть использованы в системе управления ИС, позволяя анализировать состояние с целью выявления отклонений, предупреждая персонал о необходимости принятия мер (ремонт неисправного оборудования, фильтрация трафика и т.п.)

В качестве платформы для построения интеллектуальной системы поддержки принятия решений, моделирования и прогнозирования целесообразно применить интегрированное средство, способное, с одной стороны, обеспечить необходимую функциональность, а с другой – надежность, оперативность и быстродействие

Таким образом, перед формированием конкретных требований к архитектуре ИАС (рис.5) необходимо выделить аспекты рассматриваемой проблемы, такие, как:

- класс решаемых задач;
- критерии эффективности результатов решения задач;
- критерии эффективности процесса решения задач;
- цели и подцели решаемых задач (декомпозиция);
- исходные данные;
- особенности используемых знаний.

## **Литература**

1. Богомолов А. В. Методика формирования индекса состояния объекта по результатам многомерной статистической классификации // Информационные технологии. 2000. № 12. С. 45-52.
2. Воеводин Е. М. Разработка методического аппарата построения системы мониторинга резервных и автономных ДЭС : диссертация кандидата технических наук ; 05.13.01: Краснодар, 2006 171 с.
3. Галкин В.Е. Повышение эффективности функционирования промышленных предприятий на основе комплексной информатизации : диссертация доктора экономических наук : 08.00.05: Москва, 2004 396 с.
4. Елагин В. В. Теоретические основы создания системы информационно-аналитического обеспечения государственного управления : диссертация доктора технических наук; 05.13.10: Челябинск, 2006 440 с.
5. Власенко А.В., Чебанов А.С., Жук Р.В. Методический подход к выбору и разработке моделей оценки эффективности комплексной системы объектов защиты.

Известия Юго-Западного государственного университета, №2. - г. Курск: ФГБОУ ВПО “Юго-Западный государственный университет” - 2012 г.

6. Власенко А.В., Чебанов А.С., Системный анализ моделей информационной безопасности, разработка математической модели управления доступом влияющей на оценку эффективности комплексных систем защиты. Научный журнал КубГАУ, №101 (07), 2014 года

## References

1. Bogomolov A. V. Metodika formirovaniya indeksa so-stojaniya ob#ekta po rezul'tatam mnogomernoj statisticheskoj klassifikacii // Informacionnye tehnologii. 2000. № 12. S. 45-52.
2. Voevodin E. M. Razrabotka metodicheskogo apparata postroenija sistemy monitoringa rezervnyh i avtonomnyh DJeS : dissertacija kandidata tehniceskix nauk ; 05.13.01: Krasnodar, 2006 171 s.
3. Galkin V.E. Povyshenie jeffektivnosti funkcionirovaniya promyshlennyh predpriyatij na osnove kompleksnoj informatizacii : dissertacija doktora jekonomicheskix nauk : 08.00.05: Moskva, 2004 396 s.
4. Elagin V. V. Teoreticheskie osnovy sozdaniya sistemy informacionno-analiticheskogo obespechenija gosudarstvennogo upravlenija : dissertacija doktora tehniceskix nauk; 05.13.10: Cheljabinsk, 2006 440 s.
5. Vlasenko A.V., Chebanov A.S., Zhuk R.V. Metodicheskij podhod k vyboru i razrabotke modelej ocenki jeffektivnosti kompleksnoj sistemy ob#ektov zashhity. Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta, №2. - g. Kursk: FGBOU VPO “Jugo-Zapadnyj gosudarstvennyj universitet” - 2012 g.
6. Vlasenko A.V., Chebanov A.S., Sistemnyj analiz modelej informacionnoj bezopasnosti, razrabotka matematicheskoj modeli upravlenija dostupom vlijajushhej na ocenku jeffektivnosti kompleksnyh sistem zashhity. Nauchnyj zhurnal KubGAU, №101 (07), 2014 goda